LIBRARY
BUR. OF COMM. FISH.
HON. BIOL. LAB.

昭 和 33 年 10 月

漁 船 研 究 技 報

第 12 号

TECHNICAL REPORT OF FISHING BOAT

No. 12

OCTOBER 1958

水 産 庁 生 産 部

FISHING BOAT LABORATORY
PRODUCUION DIVISION
FISHERIES AGENCY

MINISTRY AF AGRICULTURE AND FORESTRY
KASUMIGASEKI, CHIYODAKU, TOKYO, IAPAN

目　　次

北欧型木造トロール漁船の船型試験 ……横山信立・小 林　務…(1)

以西底曳網漁船の海上実験報告（船体の部）……土 屋　孟…(27)

漁船機関のシリンダ等の摩耗について—XI（クローム鍍金シリンダの実用試験その 2）……清水三郎・草間喜代松・山田敏夫…(45)

新型網高さ計、網速度計、H. R. 及び G. R. 張力計とそれの二艘機船底曳網での実験結果 ……葉室親正・石井謙治…(61)

定置網用網深さ計とそれによる「登り」の網成り計測及び超音波（200 K.C.）による計測の試み……葉室親正・石井謙治・本多勝司…(85)

海中生物の発する超音波騒音について……橋本富寿・間庭愛信…(99)

東支那海における底魚用魚群探知機の実験 ……西 村　実…(115)

魚群探知機によるタラバガニの探知について ……橋本富寿・西 村　実…(137)

14.5 kc 魚群探知機と尖鋭ビームを有する 200 kc 魚群探知機による同一海面に於ける測量図の対比……橋本富寿・間庭愛信…(149)

Contents

1 Model Test of European Wooden Trawler……Nobutate YOKOYAMA & Tsutomu KOBAYASHI…(1)

2 Some Report on a Two-Boat-Trawler Operating on the East China Sea from the Naval Architectural Point of View……Tsutomu TSUCHIYA…(27)

3 On Cylinder Wear in Diesel Engines—XI (Results of powers chromium plated cylinder by practical use No. 2)……Saburo SHIMIZU, Kiyomatsu KUSAMA & Toshio YAMADA…(45)

4 Smaller type sensitive net-height self-recorder, self-recording tensionmeter for head and ground ropes, net-against-water speedmeter, and the experimental results of these instrument on two boat trawl net and the otter trawl net……Chikamasa HAMURO & Kenji ISHII…(61)

5 Study on the self-recording net depth meter, the echo-sounding machine (200 K.C.) for the set net and results thereof……Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII & Katsuji HONDA…(85)

Noise of Creatures in Sea in Region of Ultrasound……Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA…(99)

Study on Fish-finder for Ground Fish on the East China Sea……Minoru NISHIMURA…(115)

Detection of King Crab by Fish Finder……Tomiju HASHIMOTO & Minoru NISHIMURA…(137)

Comparison between Survey Map by 14.5 kc Fish-finder and that by 200 kc Fish-finder with Sharp Beam on Same Sea……Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA…(149)

TRANSLATION IN PRINT FILE
TRANSLATION IN PRINT FILE
TRANSLATION IN PRINT FILE
TRANSLATION IN PRINT FILE

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/technical-report-fishing-boat_1958-10_12

北欧型木造トロール漁船の船型試験

横山信立　小林　務

Medel Test of European Wooden Trawler

Nobutatsu Yokoyama, Tsutomu Kobayashi

ABSTRACT

This paper gives some results of a methodical towing test in calm water as a preliminary work of the systematic tank experiment planned by FAO, UN, and carried out by FBL, Japan. The parent model of the experiment is the 1/12.5 scale model of a 25-meter wooden trawler, the prismatic coefficient of which is 0.575, and the displacement, 193.75 cub. m.; and 3 descendant models have the coefficient of 0.525, 0.625, 0.675 respectively and the same length, displacement, longitudinal location of centre of buoyancy, midship area coefficient and breadth-draught ratio as the parent model's; these data are shown by Table 2.

The contents of the paper are summarized as follows:

1. Outline of the preliminary test

   In the preliminary test all models are geometrically developed by Lackenby's ordinate shifting parameter without any modification for practical representation of real ship forms except keel rake. Absolute variables which dominate over the towing character of the family, can, therefore, be concentrated on the Lackenby's parameter which has hydro-mechanically 3 independent effects of prismatic coefficient, length-breadth ratio and shape of bow and stern.

2. Model and test result

   The lines of models are shown in Figs. 1, 2, 3, 4 and test results of resistance in still water are represented by effective horse power of the ship in Figs. 9, 10, 11, 12.

3. Validity of experiment

   a) Reproducibility

   Fig. 7 shows total towing measurements with the parent model on four differant dates in the water of respective temperature, one of which was obtained in a larger tank.

   b) Flow condition

   The Nevitt's studs were set up at bow as shown by Fig. 6 and the effectiveness of this method was proved through flow observations with benzoin-acid painting as Fig. 8 shows.

   c) Wall effect

   Fig. 17 denotes comparative test measurements with the same model in the FBL tank—4 m wide, 2 m deep—and in the Transportation Laboratory Tank—10 m wide, 6 m deep. It may be approvable that there can not be found any significant influence of side wall on the towing resistance.

4. Comparative investigation of the results

a) Optimum prismatic coefficient

If the effect of sectional area distribution parameter can practically be placed by that of prismatic coefficient, the optimum coefficient Φ_0 which gives the minimum EHP within the test accuracy of 5% should be found in the shaddowed range of Fig. 18. The range of Φ_0 rises high with increase of speed.

b) Optimum LCB

As far as the influence of LCB on towing resistance can be tested by changing trim, the distinctive effect on EHP above 5% accuracy of the results could not be disclosed. But a feature of LCB effect which gives the minimum EHP versus speed is possibly indicated in Fig. 17 and there are found different inclinations relating to Φ.

c) Influence of displacement

It is shown by Fig. 16 that the optimum prismatic coefficient Φ_0 generally becomes small with increase of displacement.

Immediately after these tests the developed models were modified to represent real ships and is now being tested in the similar way as a regular programme.

目　次

1 まえがき
2 計画の概要
3 母型船
4 変形模型
5 乱流促進法について
6 測壁影響
7 試験方法
8 試験成績表示法
9 試験成績
10 柱肥瘠係数の影響
11 トリムの影響
12 排水量による影響
13 むすび
[附録] Lackenby による変型法

1. まえがき

此の実験は国際連合食糧農業機構（FAO）から漁船協会に対して依託されたものであるが、原案は同機構水産部漁船課長 Jan-Olof-Trawng 氏によつて計画され[1]、当研究室と非公式に連絡協議の上実行案が作成されたものである。今回の報告は、此の予備実験の一部であつて、詳細は今尚解析の途上にある為取敢えず試験方法の概要と成績の一部を報告する。

2. 計画の概要

試験の目的は船型の肥瘠の度合によつて船体の抵抗（船型性能）・推進器の作動状況（推進性能）・波浪中の船体運動（航海性能）が如何に変化するかを模型実験により比較検討して、実船の設計の際に選ぶべき最良の柱肥瘠係数を求めるようとするものである。排水量が等しい船体の抵抗に比較的大きな影響を与える諸要素としては次のものが考えられる[2][3]。

1. 船体の長さ（L）*
2. 中央横載面積（A_m）── 柱肥瘠係数（Φ）

註 * 各記号は第6回国際水槽会議の暫定案による。

3. 最大水線巾と吃水の比 (B/T)
4. 中央横截面の形状 (β)
5. 艏艉附近の形状 ($\alpha_E/2$)
6. 浮心位置 (t)

肥瘠の度合による効果を調べるのには、他の要素による影響を極力小さく抑えなければならない。そこで排水量、船体の計画吃水線上の長さ、浮心の位置、中央横截面の巾と吃水の比・中央横截面面積係数を一定として、中央横截面の面積だけを変えて行くと前後方向の断面積分布を変えることが出来るから、前掲の諸要素中の 1・3・4 の影響は全く考慮する必要がなく柱肥瘠係数による影響を特に大きく強調することが出来る。但し艏艉近傍の形状による効果5が介入して来る訳であるが、特に異常な水線形状を殊更に選ぶ様なことをしなければ、柱肥瘠係数による効果を左右する程大きなものではないと仮定する。又第4節に後述する様な変形法を用いると前後方向の容積分布を変える（柱肥瘠係数を変える）とこれに関連して船首尾形状も決つて終うので、見方を変えると 2，5 は同一の独立要素に支配されることになる。今回の予備実験は此の方法を用いたのであるが、次回の本実験に於いては船首尾の線図を修正して4隻共同一の形状になる様にした。

3. 母　型　船

母型は国連に於いて建造を計画中の漁撈試験船で、北欧で用いられている木造トロール船（約150 噸位）の標準たらしむべく設計したものの様である。

第　1　表

	母　型	鰹・鮪延縄漁船 第 3 事代丸	150 噸型 機帆船
総　噸　数	—	153	150
L (m)	25.0 (24.6) *	29.83	26.8
B (m)	6.8 (6.65)	6.14	6.75
D (m)	3.7 (3.63)	3.15	3.03
L / B	(3.71)	4.86	3.97
L / D	(6.78)	9.45	8.84
B / D	(1.83)	1.95	2.23
排　水　量 (ton)	196.5	219	200
吃　水 (m)	2.5	2.25	2.0
C_w, α	0.717	0.94	0.782
C_b, δ	0.456	0.59	0.564
C_p, φ	0.575	0.63	0.761
C_m, β	0.792	0.76	0.741

註 ）数字は末尾の参考文献を示す。
＊ 漁船法によるものに換算した数値。但し外板の厚さを 75 mm と仮定してある。

この船の主要目は第1表の通りで略々同型の我国の鰹鮪漁船と機帆船（何れも木造）の要目を併せて掲げて置いた。

日本の船と比較すると長さの割合に巾及深さが極めて大きく、船型としては肥瘠係数からも判る様に可成り瘠型である。機関は 300 馬力のディーゼルで可変ピッチ推進器を装備し、航海速力は 9～10 節位であつて、他にアクチブ・ラダーを有する。トロールウインチその他甲板機械にはハイドロ・エンヂンが用いられている。全般的に見ると日本の船は漁艙容積を出来る丈大きくとつて魚獲積載量を増加することを考えて居るのに反し、本船は運航能率をよくする為に船型性能の最良点を求めようとすることに重点を置いているようである。

4. 変 形 模 型

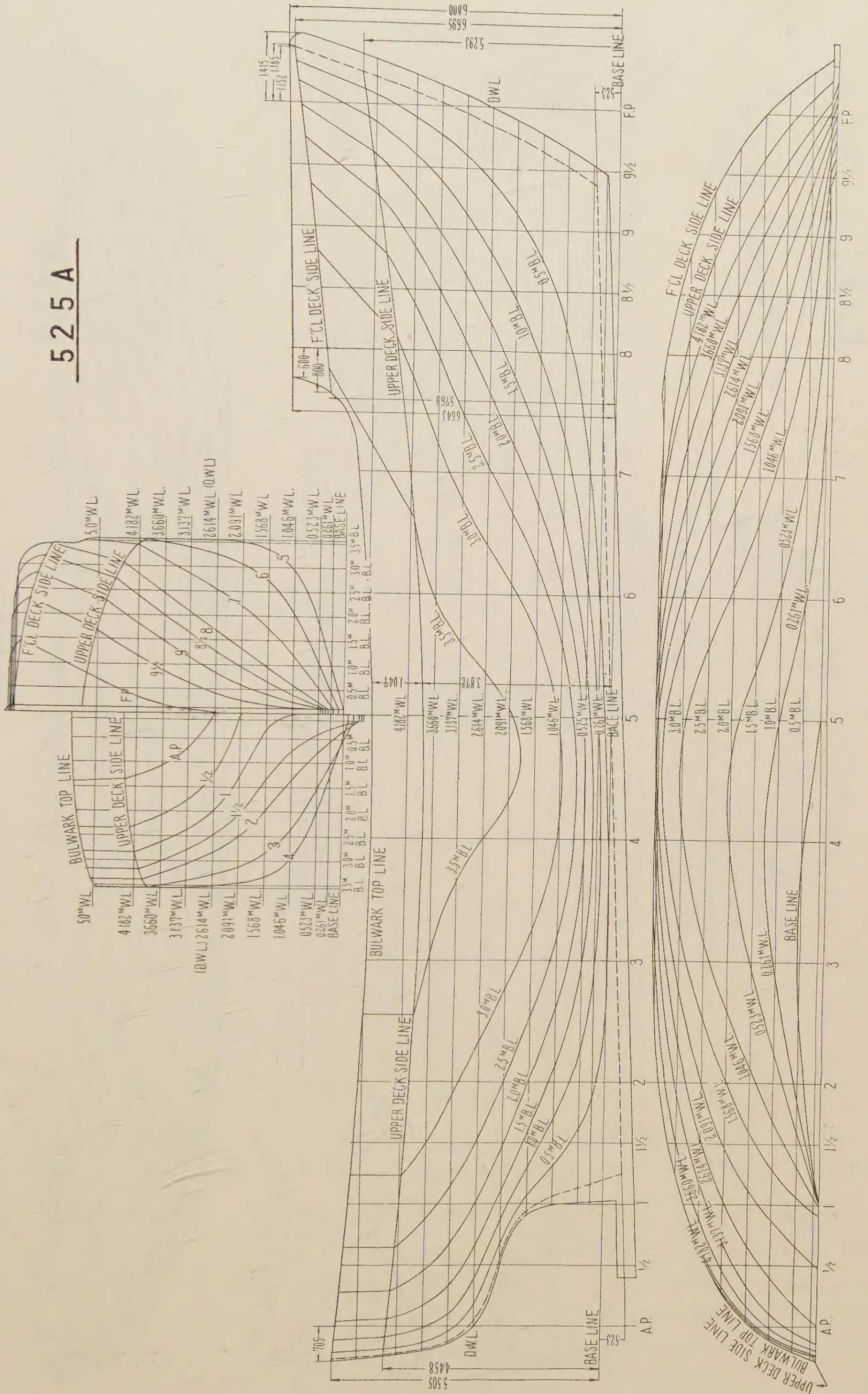
前節の母型の柱肥瘠係数 Φ は 0.575 であつて、これから $\Phi=0.525$, 0.625, 0.675 の3種の変型を後述の Lackenby の方法[4] によつて導き出した。これ等の主要目は第2表の通りで、線図は別掲の第 1, 2, 3, 4 図に示す。又第2節で述べた様な抵抗に影響を与うべき諸要素を Φ を横軸にとつて Parameter として示すと第5図の様になる。

第 2 表

model		525	575	625	675
∇	m^3	193.75	193.75	193.75	193.75
L	m	25.00	25.00	25.00	25.00
B	m	7.12	6.80	6.52	6.28
T_{mld}	m	2.62	2.50	2.40	2.31
A_m	m^2	14.75	13.48	12.41	11.49
β		0.792	0.792	0.792	0.792
φ		0.525	0.575	0.625	0.675
L.C.B	m	1.022	1.036	1.026	1.040

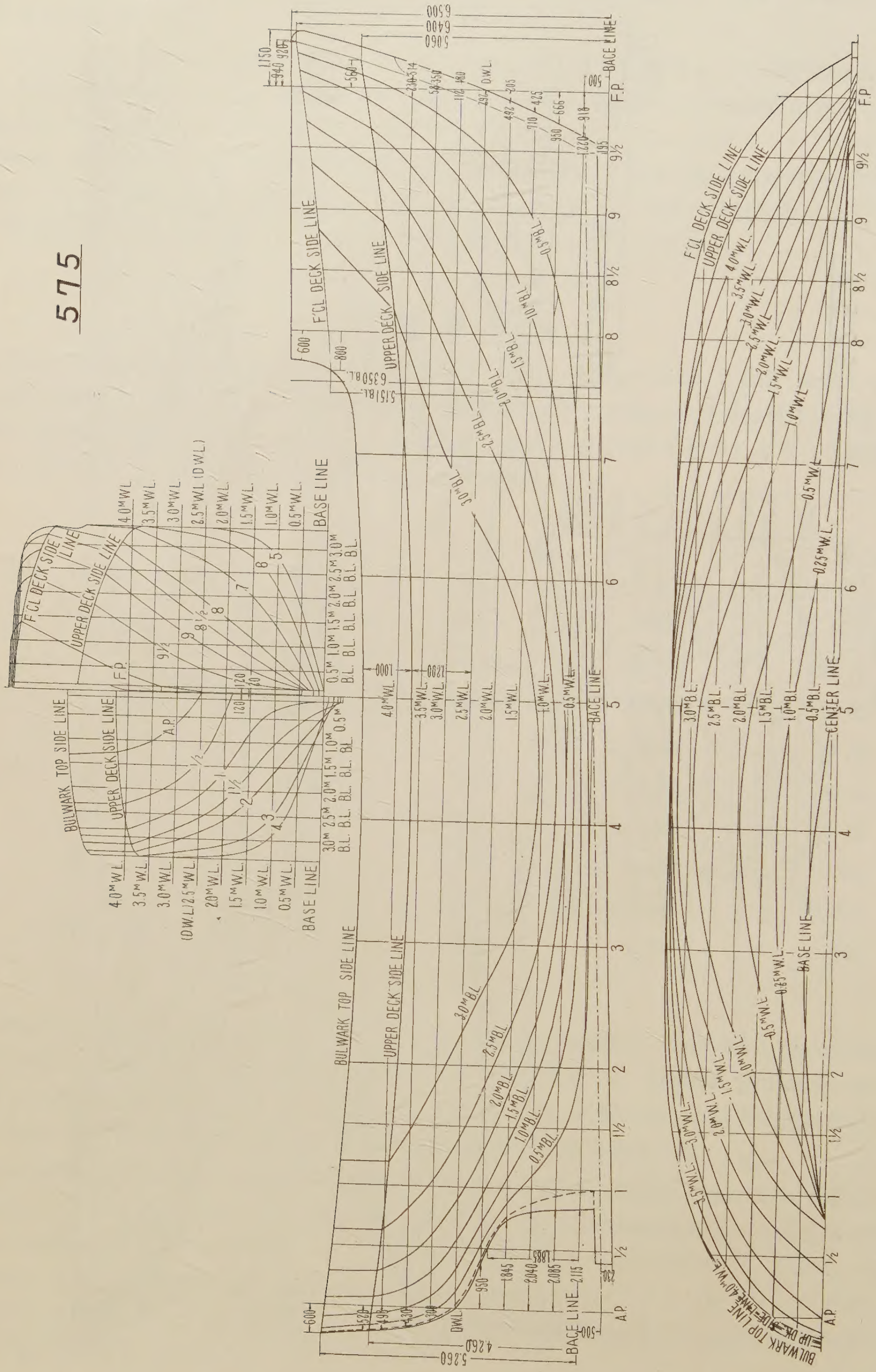
Lackenby の変型法は排水容積、巾吃水比、中央横截面積係数を一定に保つた儘中央横截面積を加減して前後方向の容積分布を変える様に夫々一定の割合で各 Station Ordinate を前後にずらせ図式的に線図の変型を行うものである。標準線図が手許にあつて若干の変更を行いたい時応用するのに便利かと思はれるので本稿の附録に此の方法を説明した。

此の予備実験ではキールを近似的に直線とした以外は、忠実に前記の方法によつて求めた模型を用い、不明の変数が介入しない様に努めたものである。此の為に実用的には船首尾の形状とか寸法に奇妙な個所を生じたが、少くとも方法的には一貫した変形を行つているので、此の変型法そのものを Parameter とすると第2節にのべた要素中の2と5は統一された1個の独立要素と考えることが可能である。然し本稿の予備実験の終了後船首尾を実用的線図に修正した本実験を目下行つている。

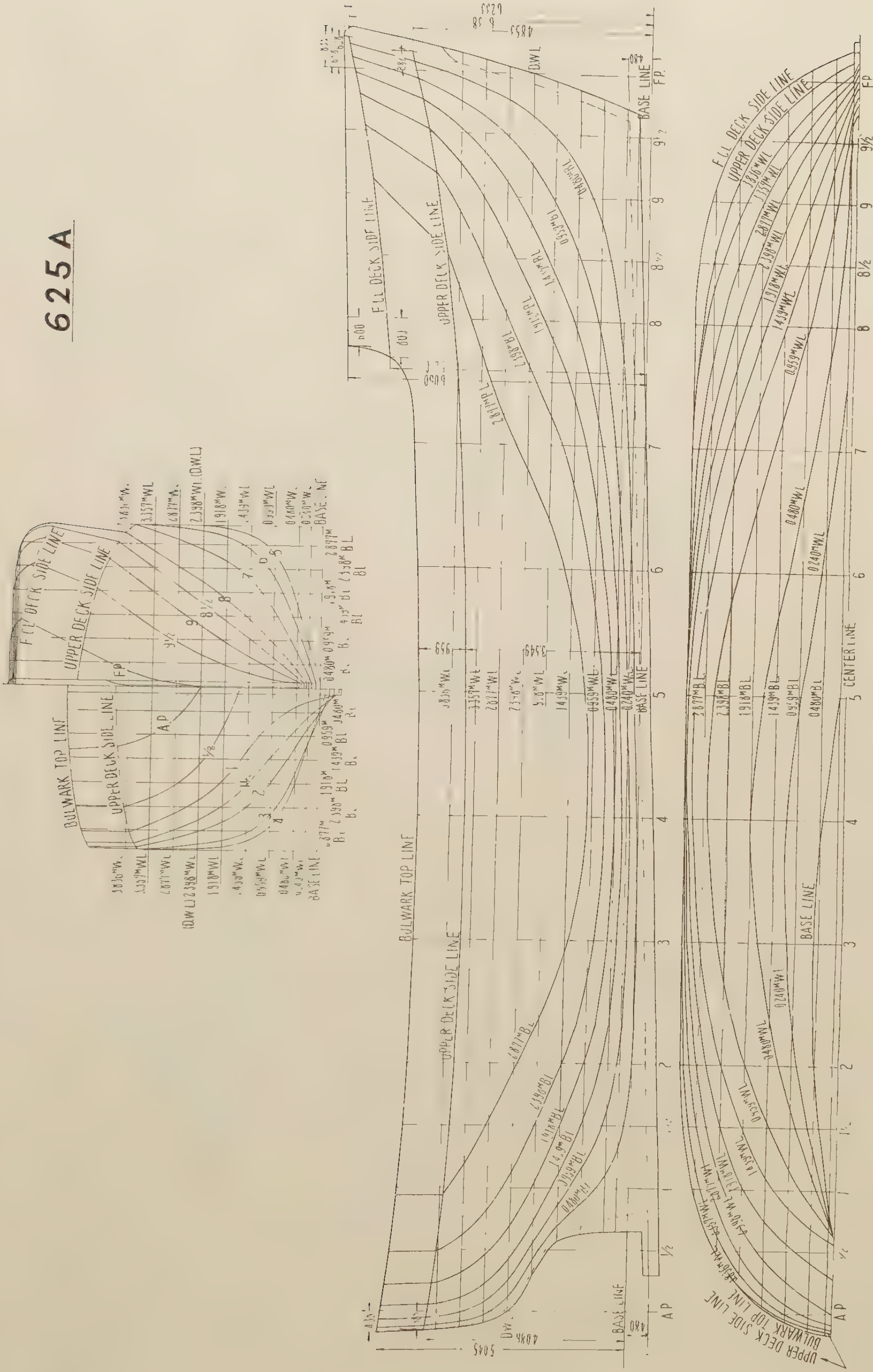

525 A
F'CL DECK SIDE LINE
UPPER DECK SIDE LINE
BULWARK TOP LINE
BASE LINE
DWL
A.P.
F.P.

第 1 図

575

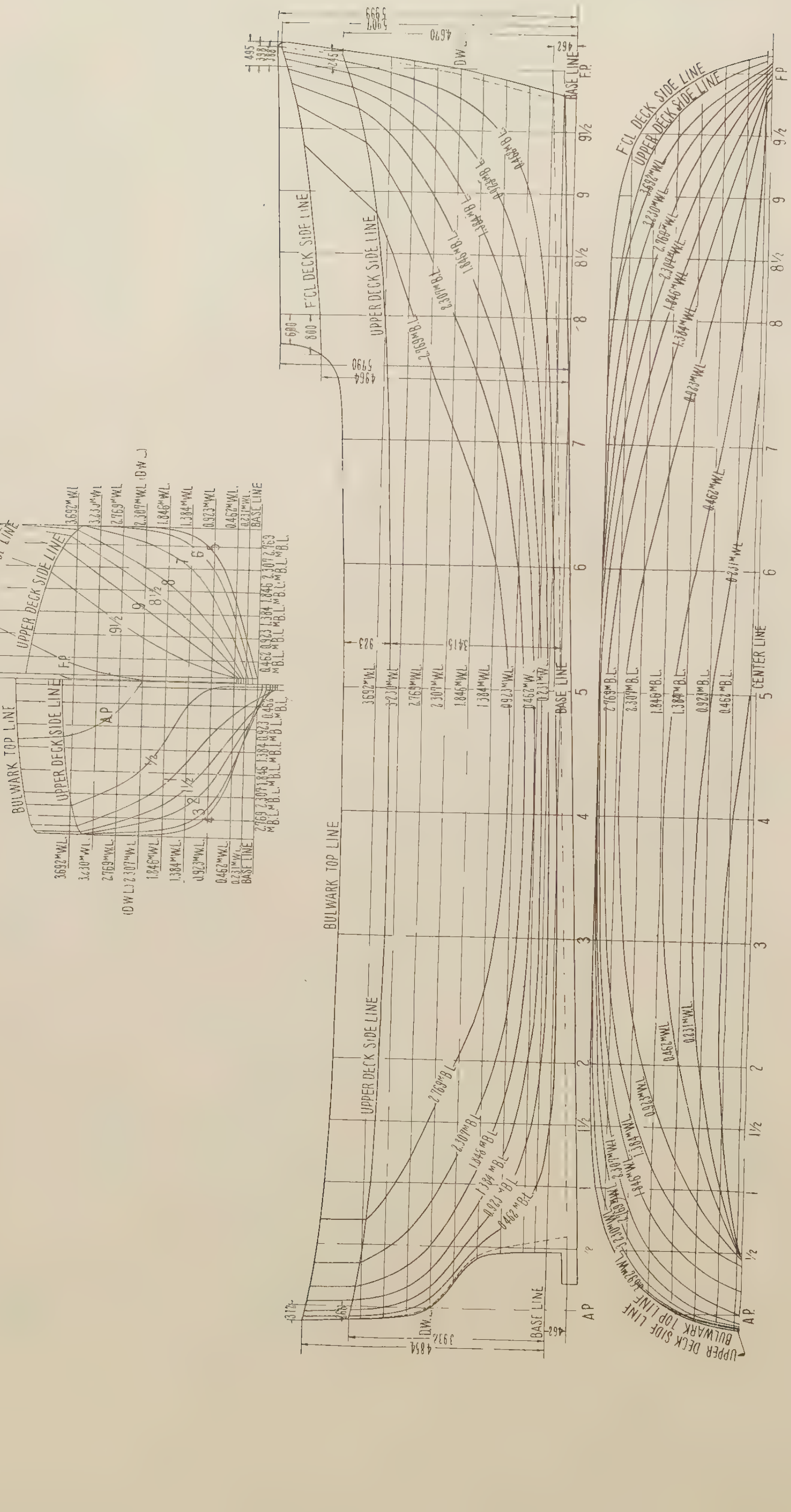

F'CL DECK SIDE LINE
UPPER DECK SIDE LINE
BULWARK TOP SIDE LINE
BASE LINE
CENTER LINE
DWL
A.P
F.P

第 2 図

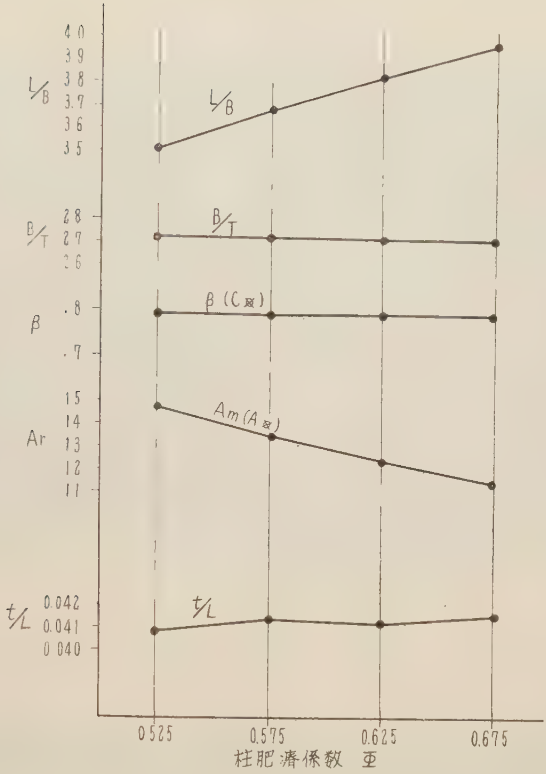

625 A
BULWARK TOP LINE
UPPER DECK SIDE LINE
F'CLE DECK SIDE LINE
BASE LINE
CENTER LINE
DWL
AP
FP

第 3 図

675A


F'CL DECK SIDE LINE
UPPER DECK SIDE LINE
BULWARK TOP LINE
BASE LINE
CENTER LINE
F.P.
AP
DW
3692mWL
3.230mWL
2.769mWL
2.307mWL
1.846mWL
1.384mWL
0.923mWL
0.462mWL
0.231mWL
2.769mB.L.
2.307mB.L.
1.846mB.L.
1.384mB.L.
0.923mB.L.
0.462mB.L.

第 4 図



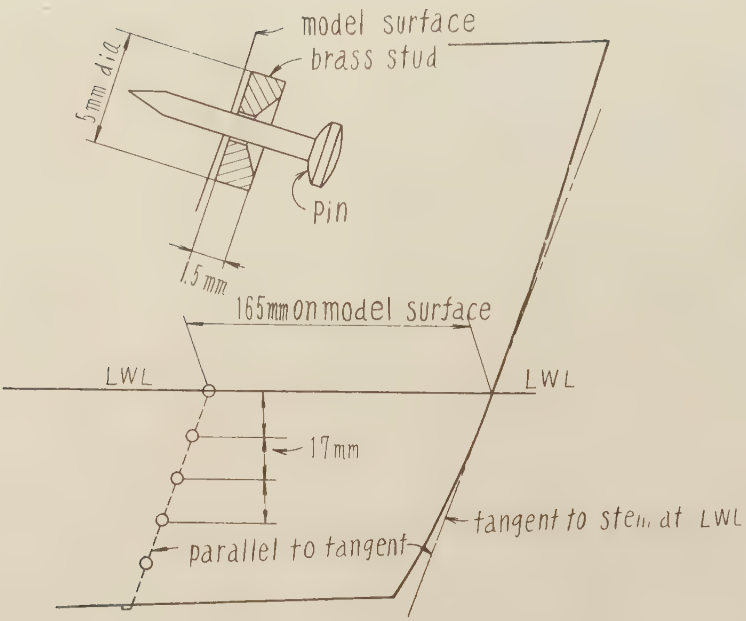
第　5　図

5. 乱流促進法について

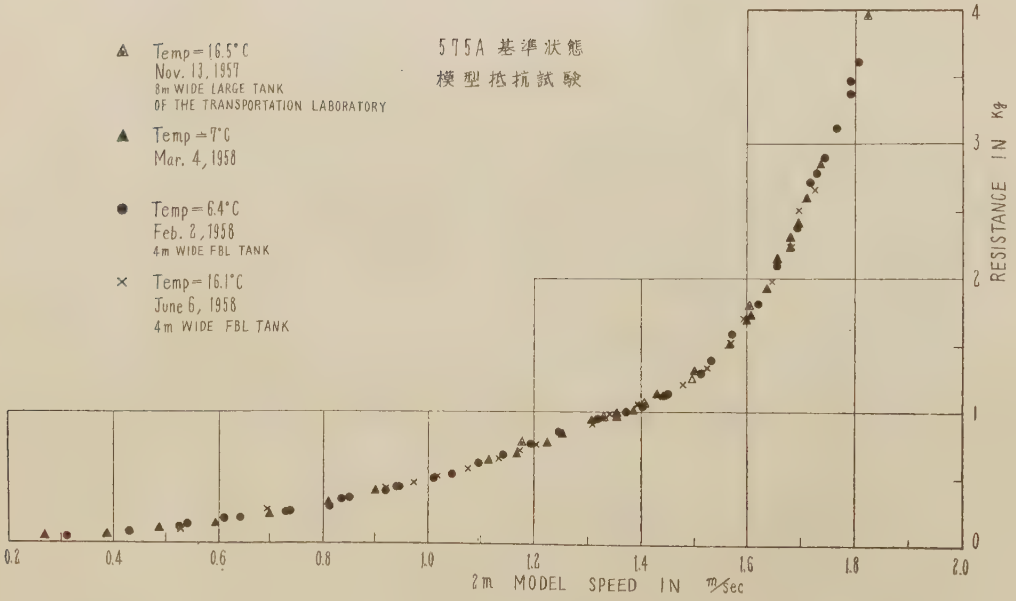
2米模型を使用したので、実験結果を実船に換算したり、他の大型模型試験成績と比較する為には模型船船体表面を常に一定の流体条件、即ち乱流の状態に保つ必要がある。即 Nevitt[5] が提唱している様に試験成績を何時でも再現出来る様 (reproducible) な安定した摩擦抵抗を得る必要がある。此の点は Trawng 氏も特に指摘している処で、本実験では Nevitt の方法による突起を第6図の要領で取付けた。

実験方法としては水槽内の残留波が漸く静まりかかる時に次の実験を開始して、実験間隔は3分前後に保つ様に注意した。これは水槽内の乱流状態を成る可く一定に保ちつつ実験して、日により又水温により実験結果が甚しくバラついたり、喰違つたりせしめない為である。又高速部の実験と低速部の実験とを交互に行うことも試みたが、実験の手順の上で困乱と錯誤をまねく恐れがあり、結果的にも実験値の偏差が余り認められなかつたので取止めた。母型について行つた前後4回の実験結果を第7図に掲げるが、日時が大分離れているにも不拘実験値のバラつきは予想外に少い。又この内の1つは運研の大水槽で行つたものである。

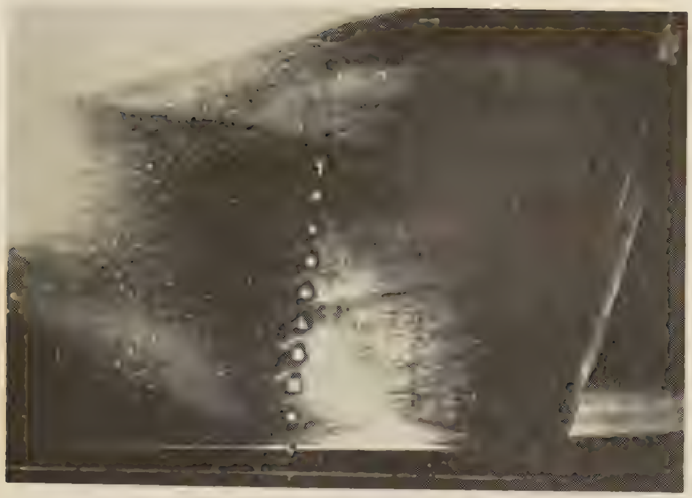
此の突起による乱流促進の効果を確かめる為に東大乾助教授外による安息香酸の塗布法[6] による観察を行つた。第8図に 575 と 675 模型の 1 m/sec の時の例を掲げるが、突起前方の白色部が残存する層流域と考えられる。1 m/sec 以下の低速部では1回の航走ではコントラスト


model surface
brass stud
5mm dia
pin
1.5mm
165mm on model surface
LWL
LWL
17mm
tangent to stem at LWL
parallel to tangent

第 6 図


Temp=16.5°C
Nov. 13, 1957
8m WIDE LARGE TANK
OF THE TRANSPORTATION LABORATORY
Temp≒7°C
Mar. 4, 1958
Temp=6.4°C
Feb. 2, 1958
4m WIDE FBL TANK
Temp=16.1°C
June 6, 1958
4m WIDE FBL TANK
575A 基準状態
模型抵抗試験
RESISTANCE IN Kg
2m MODEL SPEED IN m/sec
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
0
1
2
3
4

第 7 図



(a) 675 速力 1 m/sec. 水温 6.5°C

(b) 575 速力 1 m/sec. 水温 6.5°C

第8図 安息香酸による乱流域の観測写真

（白色部は観測液による安息香酸の析出を示す）

が不明瞭であつた為に、此の突起による方法が、全実験速度範囲にわたつて有効であるかどうかの視認は出来なかつた。

此の突起による抵抗増加と突起前方の層流域の摩擦抵抗の修正については補足実験を行う余裕がなかつた。然し乍ら Nevitt の5呎模型による実験結果を参照すると、Schoenherr の摩擦式を用いる限り、前記の両者の抵抗値の増加分と修正量とが相殺するものとして実用上支障がないと結論して居り、計算例を掲げてその誤差は精々 3% 前後であるとしているので今回も此れに倣つて修正を施していない。後日極めて感度のよい検力装置が出来たら実験的に検討するつもりである。

6. 側 壁 影 響

漁研の水槽の主要寸法は 65 m×4 m×2 m であつて、肥瘠度にもよるが 2 m 模型の曳航試験を行う場合の水槽壁の影響が懸念されたので運輸省技術研究所の協力により同所の大水槽 (200 m×10 m×6 m) に於いて 2 m 母型の曳航試験を行つた。結果は第7図に示す通りで、殆ど一致していると見做されるので、漁研水槽に於ける側壁影響は無視しても支障はないことにした。

7. 試 験 方 法

各模型は2米の木製ラツカー仕上のもので、次の計画の波浪中の諸試験にも用いられる様に船首楼甲板及び上甲板、舷檣を有する。又今回は船首、船尾材、竜骨、舵を附加物として取付けた状態で実験した。

第 3, 4 節に述べた通り、4種の模型船について夫々次の5状態について抵抗試験を行つた。基準排水容積は何れも 193.75 m^3 で、基準トリムは T/2.5 である。試験状態は次の2種とした。

(a) 排水量変化の試験：基準トリムの状態で排水容積を各船共夫々 150 m^3, 193.75 m^3 250 m^3 の3種を選んだ。此の結果長容積比 $L/\nabla^{1/3}$ は夫々 4.71, 4.32, 3.96 である。

(b) トリム変化の試験：基準排水容積の状態で船首吃水を基準位置の上下夫々 0.5 m として都合3種を選んだ。此の結果浮心位置 LCB の変化は⊗の後方 t/L=0.01L～0.07L の範囲となつた。以上 (a) (b) の諸状態を一括して示すと第3表の様になる。

第　3　表

model	∇ m^3	Trim m	L_{WL} m	B m	Ta m	T m	Tf m	W.S. m^2	Am m^2	Φ	L.C.B m
525	150	designed trim	24.03	7.116	3.010	2.485	1.960	168.05	11.86	0.526	1.064
	193.75	even keel	24.43	〃	2.940	2.887	2.834	191.95	14.06	0.564	0.317
		designed trim	25.00	〃	3.380	2.857	2.334	191.07	14.75	0.525	1.022
		trim by stern	25.15	〃	3.785	2.810	1.834	189.46	14.88	0.539	1.745
	250	designed trim	25.52	〃	3.833	3.316	2.798	217.75	17.76	0.552	1.010

	150	designed	24.12	6.800	2.855	2.355	1.855	172.65	11.00	0.565	1.105
		even	24.48	〃	2.780	2.755	2.730	195.43	13.01	0.608	0.223
575	193.75	designed	25.00	〃	3.230	2.730	2.230	193.19	13.48	0.575	1.036
		by stern	25.15	〃	3.643	2.687	1.730	191.63	13.80	0.558	1.809
	250	designed	25.44	〃	3.670	3.170	2.670	218.05	16.49	0.596	0.965
	150	designed	24.41	6.522	2.734	2.254	1.174	168.72	10.03	0.613	1.091
		even	24.60	〃	2.629	2.634	2.639	189.86	11.92	0.661	0.184
625	193.75	designed	25.00	〃	3.099	2.619	2.139	189.58	12.41	0.625	1.026
		by stern	25.15	〃	3.519	2.579	1.639	186.71	12.78	0.603	1.868
	250	designed	25.36	〃	3.539	3.059	2.579	213.49	15.28	0.645	0.781
	150	designed	24.57	6.276	2.620	2.159	1.698	171.64	9.27	0.659	0.831
		even	24.67	〃	2.485	2.522	2.558	191.44	10.92	0.719	0.136
675	193.75	designed	25.00	〃	2.980	2.519	2.058	193.30	11.49	0.675	1.040
		by stern	25.14	〃	3.405	2.482	1.558	191.01	11.85	0.650	1.990
	250	designed	25.25	〃	3.415	2.954	2.493	216.21	14.24	0.695	0.929

8. 試験成績表示法

試験成績は実船の有効馬力による表示法に依つた。この際の摩擦抵抗の計算は Schoenherr の係数を使用した。即ち模型船の抵抗には

$$mR_f = C_f \cdot \frac{\rho}{2} S v^2$$

但し mR_f : 模型の摩擦抵抗 (kg)

ρ : 水の密度 (kg/m³·sec²/m)

S : 浸水面積 (m²)

v : 速度 (m/s)

C_f : 摩擦係数

$$\frac{0.242}{\sqrt{C_f}} = \log_{10}\left(\frac{vl}{\nu} C_f\right)$$

vl/ν : レイノルズ数

実船の摩擦抵抗には

$$sR_f = (C_f + C_k) \frac{\rho}{2} S v^2$$

但し　sR_f ：実船の摩擦抵抗 (kg)

C_k ：粗度修正係数

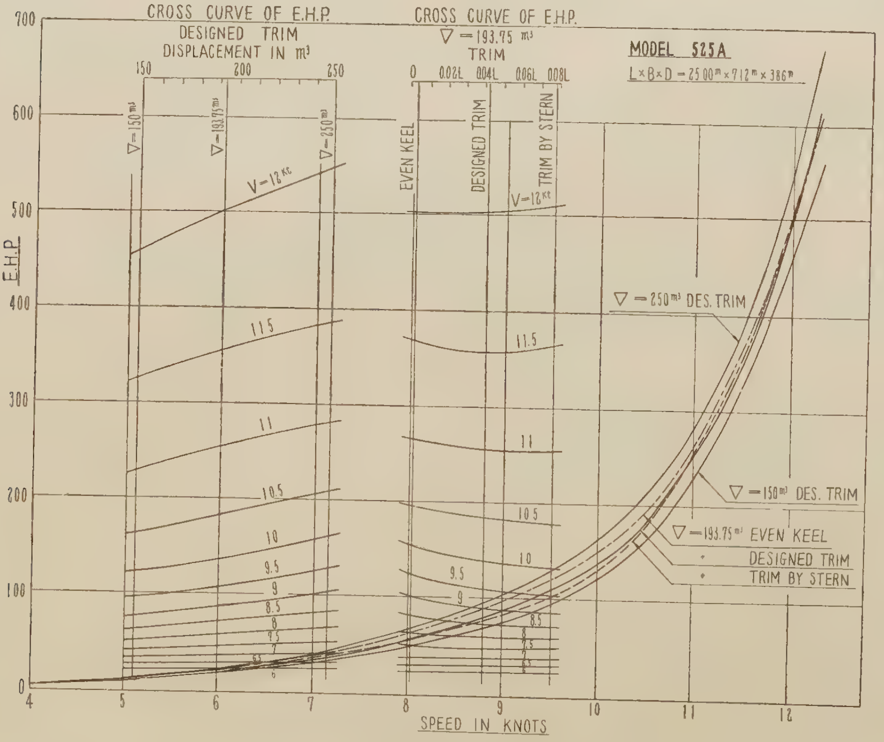
ρ ：海水の密度 (kg/m³·sec²/m)

S, v, C_f は実船に相当する値

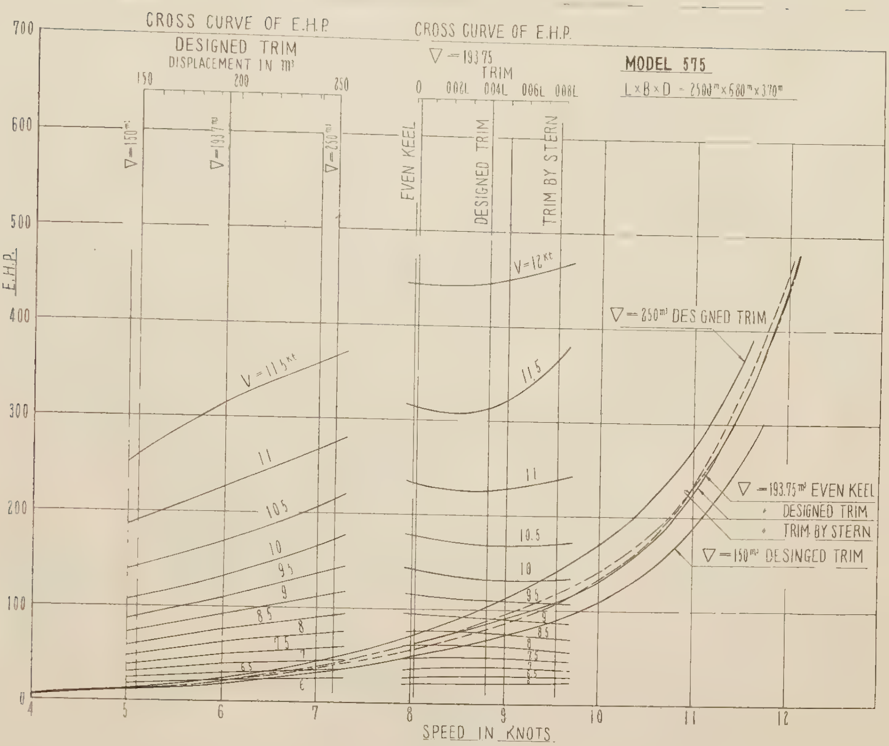
2米の模型船の摩擦抵抗の算定に当つては、実験 Reynold 数が 0.5〜3×10⁶ の範囲になり、且つ実験期間が長期に亘る為に水温の変化も 14°〜26°C の範囲に変つている。それで第5節に述べた様な方法により、出来る丈完全擾流に近い状態を維持し乍ら実験を行い上記の Schoenherr の実験式を適用することにした。又実船に換算する場合の船体表面の粗度修正は、木船の場合は目下の処資料が無いので、他所の水槽試験結果と比較するのにも便利な様に 1948 年米国水槽会議 (ATTC) 案である大型船の標準値の 0.0004 を用いることにした。

9. 試験成績

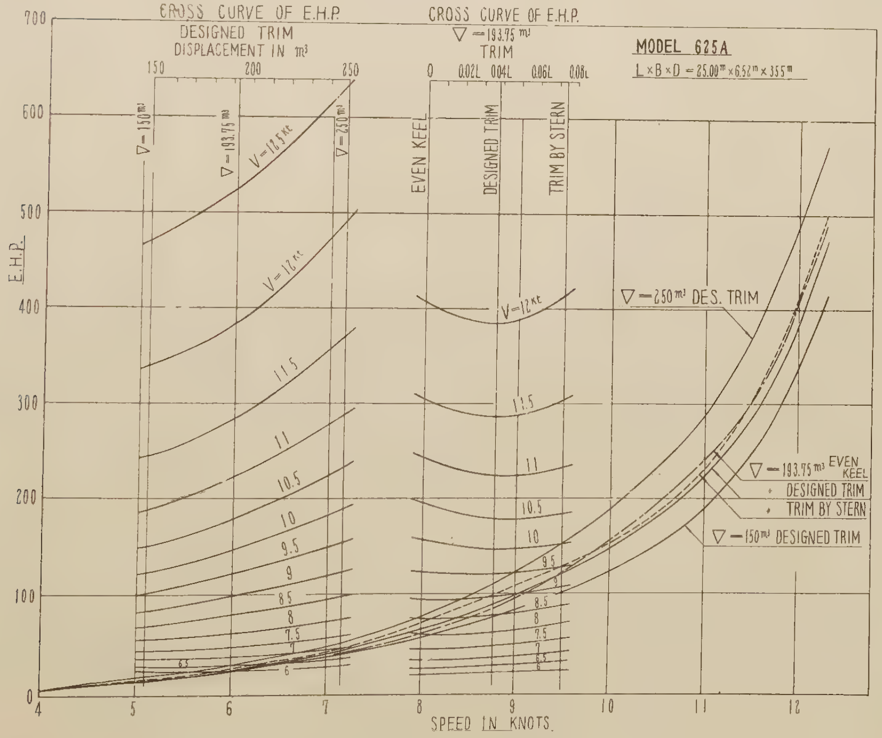
各船型についての成績は前節の方法に従つて実船の有効馬力 EHP に換算し、Φ=0.525, 0,575. 0.625, 0.675 の夫々について第 9, 10, 11, 12 図に示した。何れもトリム一定の時の排水容積の増減による有効馬力の変化と基準排水容積に於けるトリム増減の有効馬力に及す影響



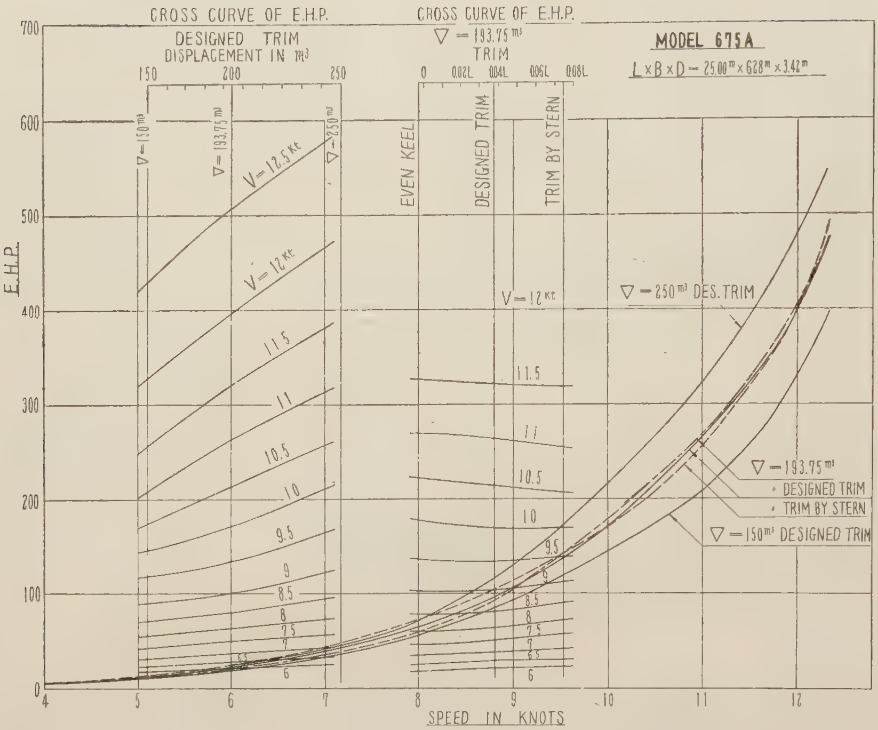
第 9 図


CROSS CURVE OF E.H.P.
DESIGNED TRIM
DISPLACEMENT IN m³
CROSS CURVE OF E.H.P.
TRIM
MODEL 575
EVEN KEEL
DESIGNED TRIM
TRIM BY STERN
E.H.P.
SPEED IN KNOTS
▽=250m³ DESGNED TRIM
▽=193.75m³ EVEN KEEL
DESIGNED TRIM
TRIM BY STERN
▽=150m³ DESINGED TRIM

第 10 図


CROSS CURVE OF E.H.P.
DESIGNED TRIM
DISPLACEMENT IN m³
CROSS CURVE OF E.H.P.
▽=193.75 m³
TRIM
MODEL 625A
L×B×D=25.00m×6.52m×3.55m
EVEN KEEL
DESIGNED TRIM
TRIM BY STERN
E.H.P.
SPEED IN KNOTS
▽=250m³ DES. TRIM
▽=193.75m³ EVEN KEEL
DESIGNED TRIM
TRIM BY STERN
▽=150m³ DESIGNED TRIM

第 11 図

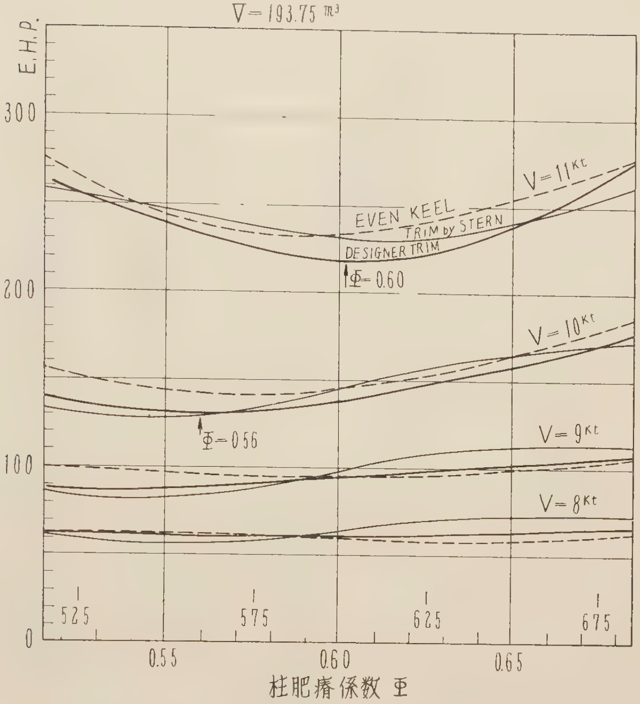


第 12 図

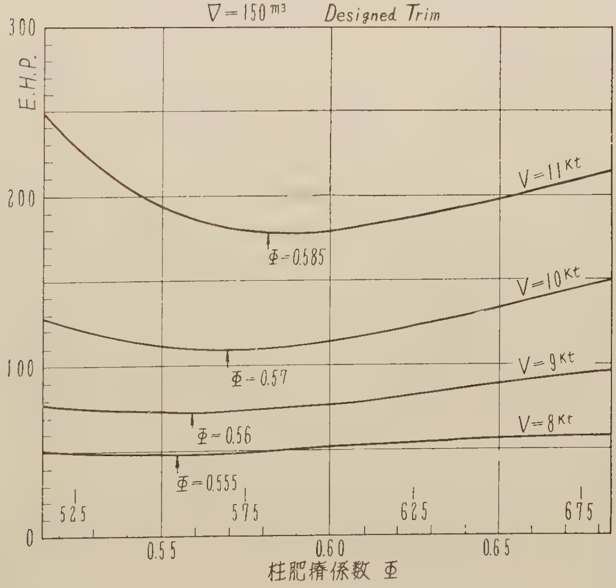
とを夫々交叉曲線として図中に併記してある。

尚 4 船型相互の比較をする為に、柱肥瘠係数を横軸として、基準排水容積 ∇=193.75 m³ の 3 種のトリムの場合の有効馬力を速力 8, 9, 10, 11 節の夫々について交叉曲線で表したものが第 13 図である。同様に排水容積が夫々 150 m³, 250 m³ の場合の前記各速力に於ける柱肥瘠係数と有効馬力の関係を第 14, 15 図に示す。

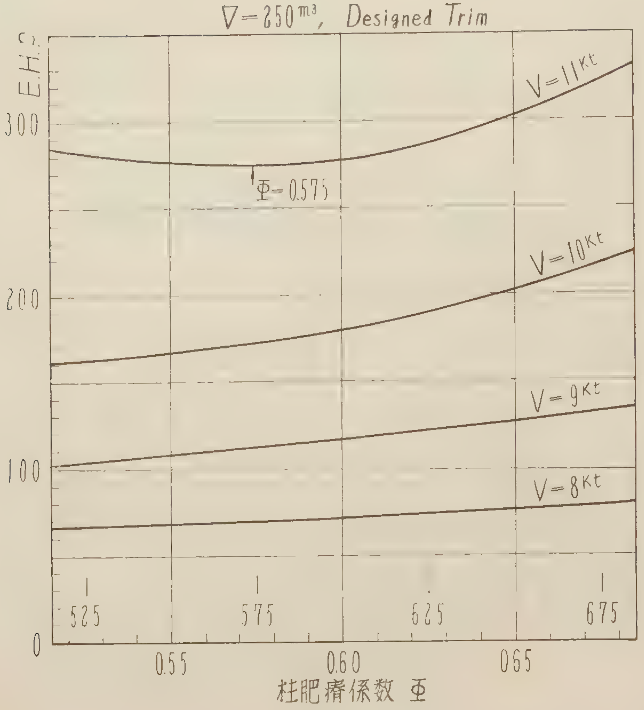
此等の成績に基いて、船体抵抗に表はれる各要素の影響を検討して見る。


∇=193.75 m³
E.H.P.
300
200
100
0
V=11Kt
EVEN KEEL
TRIM by STERN
DESIGNER TRIM
Φ=0.60
V=10Kt
Φ=0.56
V=9Kt
V=8Kt
525
575
625
675
0.55
0.60
0.65
柱肥瘠係数 Φ

第 13 図


∇=150 m³ Designed Trim
E.H.P.
300
200
100
0
V=11Kt
Φ=0.585
V=10Kt
Φ=0.57
V=9Kt
Φ=0.56
V=8Kt
Φ=0.555
525
575
625
675
0.55
0.60
0.65
柱肥瘠係数 Φ

第 14 図



第 15 図

10. 柱肥瘠係数の影響

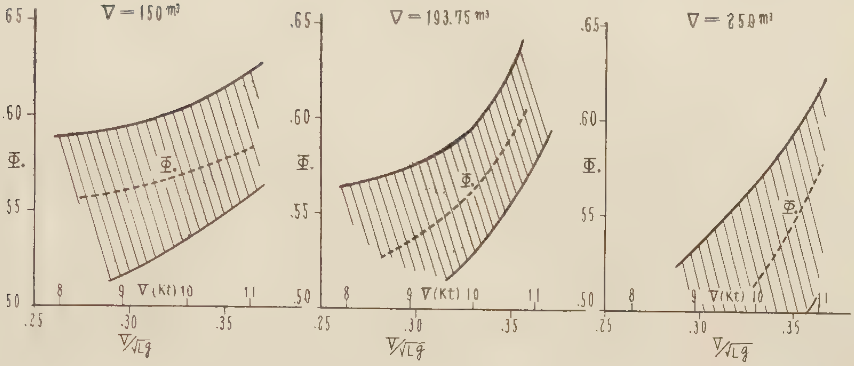
第 13 図に於ける基準排水量 (193.75 m^3), 基準トリムの場合について検討して見ると

1. 最も顕著な変化を示しているのは速力 11 節の曲線で有効馬力 EHP が最低値を示すのは $\Phi=0.60$ 附近である。

2. 速力が 10 節になると EHP の最低値を与える Φ は僅に小さくなり 0.56 附近で、この場合の EHP の値は $\Phi=0.675$ の場合より 24% 小さい。

3. 速力 8, 9 節では曲線は造波抵抗が少くなる為か曲線も略平旦になり、明かな最小値は見出し難いが、概して Φ が小さい方が有利なようである。

最適柱肥瘠係数即ち最小 EHP を与える Φ_0 と速力の関係を求めると第 16 図の様になる。本図は実験成績の精度を 5% として最小値より 5% だけ多い EHP を与える Φ_0 の範囲とフルード数との関係を示した。大型船に関する Taylor その他の実験によると低速部からフルード数が 0.3 附近になる迄最適 Φ_0 は除々に減少し、更に速力が高くなると急激に Φ_0 も大きくなる筈であるが、此の模型では速力と共に Φ_0 は一様に増加している。

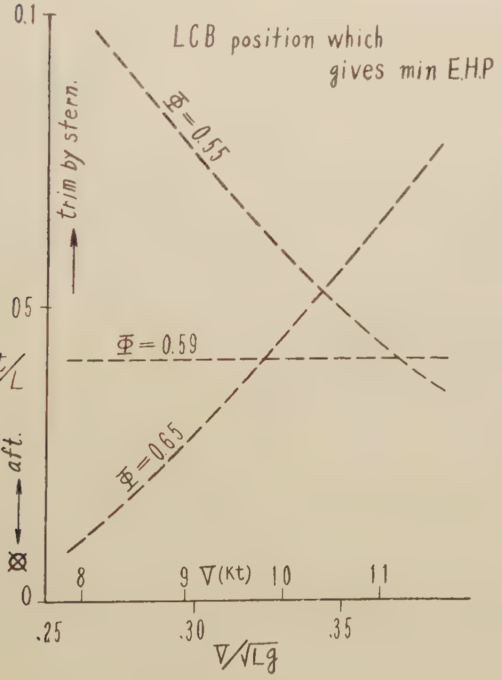


第　16　図

11. トリムの影響

第 13 図によりトリムによる効果を調べると、何れの速力に於いても有効馬力の差異は 5～10% の範囲内である為、実験の精度を考え合せると必ずしも優劣はつけ難い。然し乍らこの結果だけから推論すると次のことが言える。

1. 10, 11 節では基準トリムが概して良好で艉艏何れにトリムさせても EHP は増加する傾向がある。



第　17　図

2. 8, 9 節では $\Phi=0.59$ を境として、これ以下では艉トリムする程 EHP は少く、$\Phi>0.59$ では逆に艏トリム（実際は even keel）に近い程 EHP が少くなる。EHP の増減の程度は大体 13%～24% の範囲である。

以上の事は剰余抵抗と摩擦抵抗の占める割合によつて、此の様な差異が生じるのであろうが、トリムの影響を LCB の位置の効果に置換えて検討して見ると、第 17 図の様になる。本図から見ると $\Phi<0.59$ では高速になる程 LCB は⊠に近附けた方が有利であり、$\Phi>0.59$ では逆に⊠から後方に離した方が有利になることを示している。但し前述の様に LCB の定量的な効果を云々するのには EHP の差異が余りに小さい為、上記の傾向は必ずしも決定的とは云い難いかもしれない。

12. 排水量による影響

第 14, 15 図に V=150 m^3 と 250 m^3 の場合を夫々併記してあるが、此れから最小 EHP を与える Φ_0 の値の変動を検討して見ると

1. 排水量が 150 m^3 では基準状態よりも Φ_0 は大きい方に移動し、Φ_0 に於ける EHP と $\Phi=0.525$ 及 $\Phi=0.675$ に於ける EHP との差は基準状態の場合より大きな割合を示し 11 節では夫々 22% 及 15%、10 節では 11% 及 25% 9 節では 4% 及 24% の減少を示している。

2. 排水量が 250 m^3 の場合は Φ_0 が逆に小さい方に移動してしまつて 8, 9 節では実験範囲外に出てしまうので不明瞭である。満載状態に於いて高速を要求される最適船型を得る為には、(第 4 節の変型法を用いる限り) Φ を可成り小さく選ぶことが望ましい。数値例を挙げると 10 節では $\Phi=0.525$ の EHP は $\Phi=0.675$ の EHP よりも 26% 低い。

以上の傾向は第 10 節に説明した第 16 図の最適 Φ_0 を選ぶべき範囲を示した図からもよく判る。

13. む す び

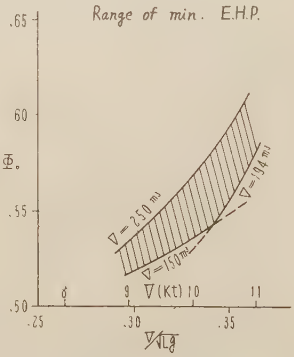
全体を総括して要点を拾つて見ると

1. 最適 Φ_0 の値は載貨状態及び速力によつて変るが、今回の実験に関する限り第 18 図の範囲内に選定すれば、5%以内の範囲で最低 EHP を得ることを示している。

2. 低速部では Φ_0 は小さく高速になるに従つて Φ_0 は大きくなる。例えば 9 節の最適 Φ_0 は .516～.532 であり、11 節では .578～.618 である。

3. 排水容積が大きくなるに従つて最適 Φ_0 は小さい方が有利であり、漁船の様に載貨状態の変動の少い船では成る可く低い Φ_0 を選んだ方が船型上は好ましい。

4. トリムの影響は今回の実験では、余り顕著ではなく、高速部では基準トリムが有利の様であり、又低速では第 17 図に示す様に Φ によつて傾向に差異はあるが、支配的な影響は無いと見てよい。



第 18 図

以上で北欧型系統模型による予備実験の中間報告を終るが、本実験の計画者たる Mr. Trawng の理解ある援助と漁船協会理事木村氏の協力に深く感謝すると共に、安息香酸による試験法について厚意を載いた東京大学船舶工学科水槽及び、側壁影響の試験に協力して載いた運研目白水槽の関係各位に深甚の謝意を表明します。尚模型の精密測程・修正・修理に献身的奉仕を願つた大東亜模型の長島氏外及び実験解析の為に文字通り昼夜をわかたぬ奮斗をした松木技官以下当研究室係員の多大の努力に対して感謝と賞讃の辞を送ります。

参 考 文 献

1) Jan-Olof-Trawng: "Planned Model Tests of Fishing Boats in Waves"—Fishing Boat Section, FAO, Rome.
2) D. W. Taylor: "The Speed and Power of Ships".
3) F. H. Todd: "A Proposed New Basis for the Design of Single-Screw Merchant Ship Forms and Standard Series Line"—SNAME, 1951.
F. H. Todd: "Some Further Experiments on Single-Screw Merchant Ship Forms-Series 60".—SNAME, 1953.
4) H. Lackenby: "On the Systematic Geometrical Variation of Ship Forms"—TINA, July 1950, Vol. 92.
5) C. R. Nevitt: "The Resistance of Trawler Hull Forms of 0.65 Prismatic Coefficient."—Report of Webb Institute of Technology.
6) 乾・菊池・岩田: "安息香酸塗膜による模型船 Wave Profile の決定"—造船協会論文集第 100 号.

附　　録

Lackenby による変型法

母型の主要目は前記の通りであるが、模型の変型に当つては出来る限り相対的に統一された状態を確保する為に、次の様な変型を行つた。∇＝一定＝193.5 m^3, L.C.B＝一定＝1.041 m (St. 5から艉へ) とし、幅はBM (結果としてはGM) の大きい変化を避けると共に、実用的な船型に落着かせる為に或る一ツの比率を得なければならない。そこで線図は B/T_m＝一定＝2.72, β＝一定＝0.792 として設計された。それ故に母型より小さな Φ を得る為には B と T_m は小さくなる。新しい線図を得る為には "Lackenby" の船体中央平行部の無い、浮心位置一定の船に関する変型法を使用した。

変型の手順としては次の3段階になる。即ち

① Lackenby の公式に依つて求める Φ を有する船型の半巾の off-set を得る。

② B と T_m の修正を行つて堅方向を決定する。

③ 線図の設計をする。

① Lackenby の公式は母型の St. を合理的に移動することによつて新しい船型を求める方法である。

(a) 母型を前半部 fore half body と後半部 aft half body に分けてそれぞれの横断面積曲線 S.A curve を書く。S.A は $A_m=1$ とした比で表し、$\frac{L}{2}=1.0$ を基底として描き、座標間隔は 0.2 とする。即ちこの curve の占める面積は half body の柱肥瘠係数を表している。尚、half body の L.C.B は St. 5 に対して求める。計算は前半部と後半部に分けて次の様に行う。

φ_A…後半部の柱形肥瘠係数

φ_F…前半部の　〃

$\bar{x}_a$…後半部の L.B.C (St. 5 に関して)

$\bar{x}_f$…前半部の　〃

$h=0.2$＝座標間隔

こゝではシンプソンの法則 (6 座標) を使用した。即ち

$$V=\frac{5}{288}h(19y_1+75y_2+50y_3+50y_4+75y_5+19y_6)$$

後半部 (aft body) の計算例として

St.	A	S.M	f(v)	L	f(M)
0	0	19	0	5	0
1	0.3025	75	22.6875	4	90.75
2	0.6810	50	34.05	3	102.15
3	0.9150	50	45.75	2	91.50
4	1.000	75	75.00	1	75.00
5	0.9730	19	18.487	0	0
			195.9745		359.400

$$\varphi_A=\frac{195.9745}{288}=0.6805, \qquad \bar{x}_a=\frac{359.400}{195.9745}\times 0.2=0.3668$$

前半部 (fore body) では

$$\varphi_F=\frac{134.937}{288}=0.4685, \qquad \bar{x}_f=\frac{214.00}{134.937}\times 0.2=0.3172$$

それ故に全体の φ は

$$\varphi=\frac{0.6805+0.4685}{2}=0.5745$$

(b) 次に変型に必要な φ を得る為には、各 station を長さの方向に移動しなければならない。これは次の Lackenby の公式に依る。

$$\delta_x=\frac{\delta_\varphi x(1-x)}{\varphi(1-2\bar{x})}$$

こゝに δ_x=St. の移動量

$\delta_\varphi=\varphi$ の増加量

x =⊗から St. までの距離

$\left(\frac{L}{2}\right.$ に対する比で表はす$\left.\right)$

$\bar{x}$ =⊠ に関する half body の L.C.B

φ =母型の half body の柱肥瘠係数

今 $\varphi=0.625$ に例を取つて計算すると次の通りである fore body に於ては

$\delta_\varphi=0.625-0.575=0.05, \qquad \varphi_F=0.4685$ (母型)

$\bar{x}_f=0.3172$ (浮心の位置は母型と同じ)

$2\bar{x}_f=0.6344$

$1-2\bar{x}_f=0.3656$

$\varphi_F(1-2\bar{x}_f)=0.4685\times 0.3656=0.1713$

$$\frac{\delta_\varphi}{\varphi_F(1-2\bar{x}_f)}=\frac{0.05}{0.1713}=0.2919$$

$$\therefore \quad \delta_x=0.2919\,x(1-x)$$

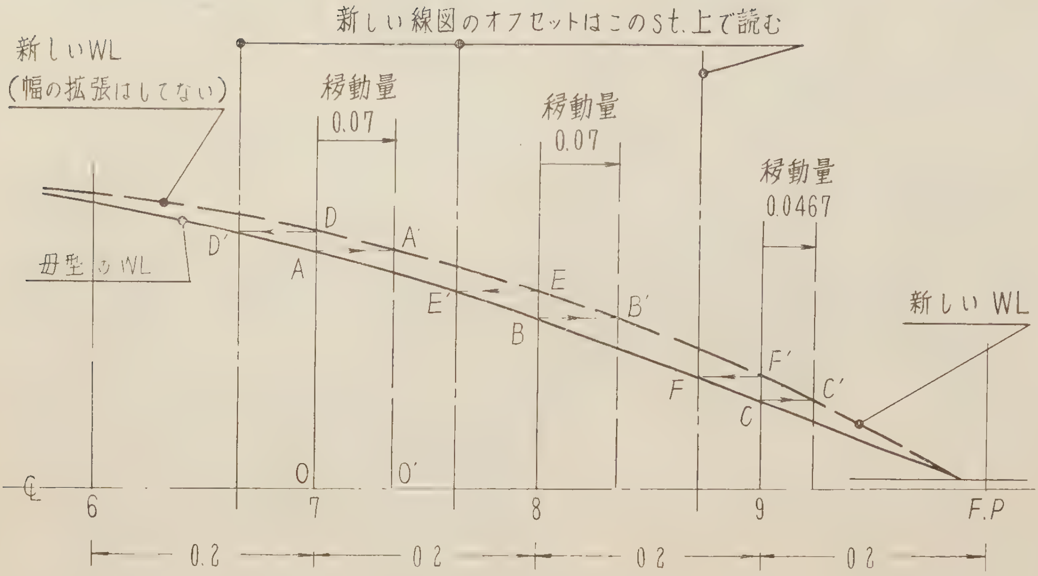
St.	$x(1-x)$	δ_x
6	$0.2(1-0.2)=0.16$	0.0467
7	$0.4(1-0.4)=0.24$	0.070
8	$0.6(1-0.6)=0.24$	0.070
9	$0.8(1-0.8)=0.16$	0.0467

但し、これらの x の値は $\frac{L}{2}$ の比で表す。

同様な手順を aft body にも適用すると

St.	4	3	2	1
δ_x	0.044	0.0662	0.0662	0.044

(c) $\varphi=0.625$ の移動した St. を母型の Water line plen 上に画く。(第 19 図参照) 即ち St. 6, 7, 8, 9 から夫々 0.0467, 0.07, 0.07, 0.0467 $\left(\frac{L}{2}\right.$ に対する比$\left.\right)$ づゝ前へ移動する。従つて実尺としては St. 7 は $0.07\times\frac{25}{2}$m の移動をすることになる。以下 St. 7, 8 及 9 について述べる。St. 上の off-set A. B. C を移動した St. の上に移し A′, B′, C′ とし、A′, B′, C′ を通る Water line を引く。但しこの Water line は最終の Water line を示すものでは



第　19　図

なく、後述の様に必要な巾に拡張しなければならない。母型の half breadth plan から $\varphi=0.625$ の正規の St. へ新しい Water line を写し取る為、次の様にする。A′, B′, C′ を通る Water line と St. 7, 8, 9 と交わる点 D, E, F から Centre line に平行線を引き母型の W. L. A, B, C と交わる点を D′, E′, F′ とする。次に D′, E′, F′ を通る St. を立てこの St. 上で母型の Water line の off-set を取ればよい。即ちこの断面に於ける母型線図上の Section Area は、$\varphi=0.625$ の新しい S. A. curve を作る時の St. 7 の Area と同じ Area になる。

② この off-set を種々の Water line に於いて処要の半巾に拡大する為には次の第 20 図の要領で求める。図中の線は $B/T_m=2.72$, $\beta=0.792$ になる様に種々の巾に対する最大 S. A を表している。$\varphi=0.625$ の場合は $A_m=\dfrac{193.5\text{m}^3}{25\text{m}\times0.625}=12.4$ であるから、この巾は 6.53m となり、吃水は $B/T_m=2.72$ であるから 2.4 m となる。

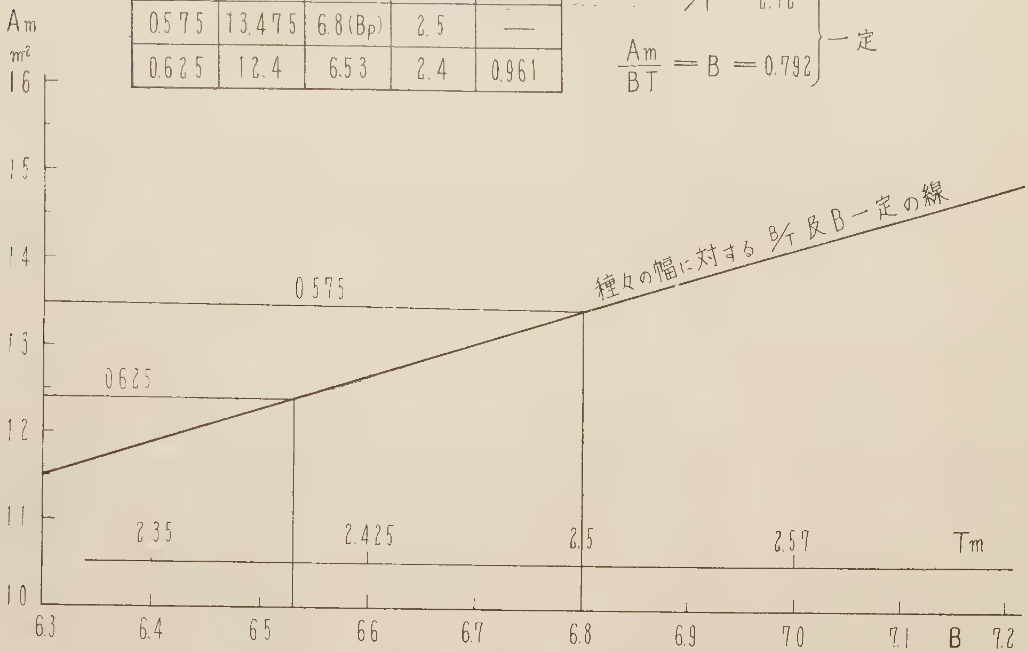
この巾と母型の巾との比率はすべて off-set に適用される係数であつて、$\varphi=0.625$ では $B_{575}/B_{625}=0.961$ である。従つて D にて得た off-set に係数 0.961 を乗じて最終の off-set を得る。又吃水も 2.4 m となつて Water line を等間隔に入れる。かくして必要な竪方向の変型がなされた訳である。

③ 新しい線図は②にて得られた off-set をもとにして画く。

夫々の最終 body plan の D 及 L. C. B について計算してみると目的値はほとんど一致するが、$\varphi=0.675$ だけは稍々差が大きい。これは φ がこの様に大きく変化する場合には、この方法に限界があることを示している。従つて成る程度の修正を必要とし、又船首船尾の形状も実用上の Fairing を行う必要がある。今回は船首尾に於いて此の点を無視して、上記の変型法を純粋に頼つて線図を一意的に求めた。この為に実用上の形状からは大分掛離れた点（艏艉の形状）が生じたのは已むを得なかつた。

φ	Am	B	T	B/Bp
0.575	13.475	6.8(Bp)	2.5	—
0.625	12.4	6.53	2.4	0.961

$$\left.\begin{array}{l} B/T = 2.72 \\ \dfrac{Am}{BT} = \beta = 0.792 \end{array}\right\} 一定$$



第 20 図

以西底曳網漁船の海上実験報告

土　屋　孟

Some Report on a Two-Boat-Trawler Operating on the East China Sea from the Naval Architectural Point of View

Tsutomu Tsuchiya

ABSTRACT

In Oct., 1957, a member of the Fishing Boat Labolatory had the opportunity to have the experimental voyage on board the "Yagami-Maru", which is a two-boat-trawler of about 100 G.T. driven by the 260 BHP diesel engine, and he had several data available for the fishery operations from the naval architectural point of view.

On this report, there are three points to be noticed as the following:

(1) It was assured that the instrument tested in this experiment is proper to be fitted with to fishing boats engaged in intensive operation in case of measuring the torque of main engine shaft, because this instrument is easy to equip with to them within a day or two.

(2) This is one of few reports on the activity of two-boat-trawler in Japan from the naval architectural point of view.

(3) From this research, it was found that Japanese two-boat-trawlers are unlikely to keep stability enough for their going out for fishing in a rough sea, mainly because of their overloading.

項　　目

まえがき
実験船矢上丸の要目
使用諸計器
トーションメーター（仮称5型）に就て
矢上丸の推進性能関係諸調査及び解析
矢上丸の復原性能関係諸調査及び解析

まえがき

漁船の操業性能の改善にしても、或は安全性能の向上にしても、すべて漁船の操業実態を把んで始めて為し得ることである。以西底曳網漁船の操業の実際は数多くの人の知る処であるに拘らず、その造船技術的な実態を数字的に調査した資料は誠に乏しい。

今回、当研究室船体部門は、日本水産株式会社の好意ある御協力を得て、以西底曳網漁船矢

上丸によつて、下記の目的の実験を行う機会を得、漁撈計器部門との共同実験として約15日間に亘る東支那海上の諸測定を行つた結果、従来乏しかつた関係資料が数多く得られた。その一部が一応まとまり、之等が或いは同種漁船の性能改善に若干寄与することもあろうかと思われるので、ここにその概略を報告し、併せて諸賢の御批判を乞う次第である。

実験の目的

1. トーションメーターの実船使用試験
2. 以西底曳網漁船矢上丸の推進性能関係諸調査及び解析
3. 以西底曳網漁船矢上丸の復原性能関係諸調査及び解析

実験船矢上丸の要目

長さ（垂線間）		28.00 米
幅		5.40 米
深さ		2.70 米
総噸数		99.94 噸
船質		鋼製
主機関	種類	4サイクルジーゼル（過給機付）
	気筒数	5
	気筒径	250 粍
	行程	380 粍
	定格回転数	380（毎分）
	定格出力	260 馬力
	製作所	赤阪鉄工所
	（当初210馬力として装備し、その後過給機を取付けたもの）	
推進器	3翼1体型	
	直径	1,480 粍
	ピッチ	950 粍
	ピッチ比	0.642
	材質	マンガン青銅

使用諸計器

1. トーションメーター一式（仮称5型）
2. 対水速度計（漁研型）一式
3. 主機回転計
4. 曳網索張力計（葉室・石井式）
5. 船体動揺計（加藤式）
6. 気泡管式微小傾斜計
7. 16ミリ撮影機

1. トーシヨンメーター（仮称5型）に就て

前記の中、トーションメーター（仮称5型）は本実験に於て始めて実船に装備使用された計器である。本トーションメーターの原理は、主機関の推進軸に直接抵抗線歪ゲージを貼り、軸の

振り歪を電気的にスリツプリングを介して取り出し、その歪量を自記させ軸馬力を算出するものである。

この原理を実船主機関の軸馬力測定に利用することは近年珍しいことではないが、一般にこの装置に於ては、スリツプリングとブラシとの接触抵抗の変動が計測値に直接響いて計測誤差を生ずるおそれがあるために、スリツプリングの製作には高価な経費と可成りの製作期間を要し、これが実船実験に本装置を使用する際の一つの大きなガンとなつていた。

今回使用したトーションメーターに於てはこれの打開策として、銀線を軸に捲いてスリツプリングとする方策を採り、これは従来行なわれて居なかつた初めての試みであつたにも拘らず、十数日に亘る海上実験に使用して極めて満足すべき結果を得た。以下に特にこのスリツプリングを中心として使用したトーションメーターの内容を紹介し、一般の参考に供することにする。

a) 使用計器

ゲージ　新興通信製 Cross Type C 1 Quantity 6 PCS Gauge Resist. 119.65 Ω (±3%) Gauge Factor 2.08

増幅器　新興通信製 DS6—P 動歪計

記　録　ペン書きオシロ

電　源　12 V×12 Amp バツテリー及びインバーター使用

b) 中間軸の測定部分

実験の為使用した軸の長さ　200 粍（ゲージ接着部分も含む）

同部分の軸径　119 粍

c) 装備所要時間及び人員

2人×2日（リング絶縁用のポリエステルを硬化させる為放置した24時間を含む）

実働　2人×12時間

d) 実験期間

12日間に亘る。但しこの間の延使用時間約20時間。

e) スリツプリングの製作法

今回使用した装置の中、スリツプリング以外のものは特に説明を要しないと思われるから、此処ではスリツプリングについてのみ稍詳しく述べることにする。

下準備：軸を回転させておいて軸表面を金ヤスリ及び紙ヤスリで充分磨いた後軸の回転を止め、ポリエステルにひたした幅約12粍の薄い絹布を一重捲き、時を移さず幅約4粍、厚さ約0.1粍、長さ約200粍の銅片5本をその上に軸に平行に夫々を離して並べ、その上を同じ絹布であと一重捲き、そのまま約24時間放置してポリエステルの硬化を待つた。硬化後、紙ヤスリでその表面を磨いて完全な円柱状とした。

銀線捲付：先づさきにポリエステル中に埋没した銅片の一部分を露出させる為に、その部分の表面のポリエステル被膜を削りとり、露出した銅片の部分に径 0.3 粍の銀線の一端をハンダ付けし、その銀線とポリエステル塗布の軸表面及び銀線相互が密着するように約20回丁寧に捲付け、その一端を同一の銅片に同じくハンダ付けをした。これで銀製のスリツプリング1箇が出来上つた訳である。かくしてこのリングを前記ポリエステル塗布の軸上に間隔約6粍おきに計5本作つた。

この際夫々のリングは各1本づつの埋没銅片にハンダ付し、従つてこの銅片がリングからゲージ及びアース線へのリード線となつた訳である。

ブ ラ シ：ブラシのリング接触部分はシルバーグラフアイトを使用し、計測時以外はブラシをリングから離す装置とした。ブラシのリング面への面圧は約 $1.3\,kg/cm^2$ とした。

f)　リングの使用状況

前記の通り、リングは12日間に亘り、断続的に延約20時間使用されたが、その間リング表面の状態は極めて良好であつた。全使用期間中、僅か2度程リング表面をラツカーシンナーでふいた程度であつたが、それにも拘らず、ふく直前に於てもリング表面の汚損が測定値に影響を及ぼしている形跡は全くなく、実験全期間を通じてノイズらしいものは少しも記録されていない。又リングの磨耗の程度は極めて僅かで、少な目に見積つても今後なお数十時間の使用に十分耐えるものと見做される。

上述の通り、歪ゲージ使用のトーションメーターを使う場合、銀線捲付式スリツプリングの使用によつて、今迄技術上及び実用上の困難さの故に余り行なわれていなかつた小型内燃機関の海上での馬力測定が比較的容易になり、これを使う場合の利点として次の事項が挙げられることになる。

(1)　装置取付けに必要な軸長は僅か200粍程度で済む。

(2)　取付費は比較的低廉

(3)　取付準備は比較的簡単

ただ漁船に於ては、一般に推進軸系の径を必要以上に大きくする傾向が見られるので、軸馬力測定の際求めんとする歪は微小な場合が多く、相対的に大きな測定誤差が入り易い。これを防ぐために、海上実験では実施に当つて制約が多いけれども、成可く1時間以上の馴らし運転を行うこと、測定の直前直後に0点をとること等を是非励行することが肝要と思われる。

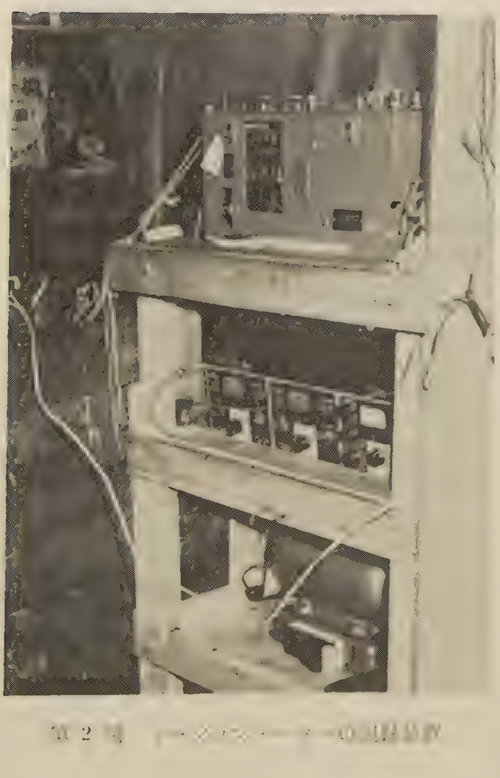
又今回の実験に鑑み、次の機会には下記の方法を是非試みたいと考えている。

(1)　後掲の第3図の記録例に示される通り、小型内燃機関により駆動される軸に於ては、軸に加わる平均のトルクに比して、そのトルク変動が相対的に甚だ大きく、軸馬力の測定を目的とする場合にはそれに依る測定精度の低下の可能性があり、且つ実験中の観察にも不便がある。従つてこのトルク変動を電気的に或る程度消去するフイルターを設けること。

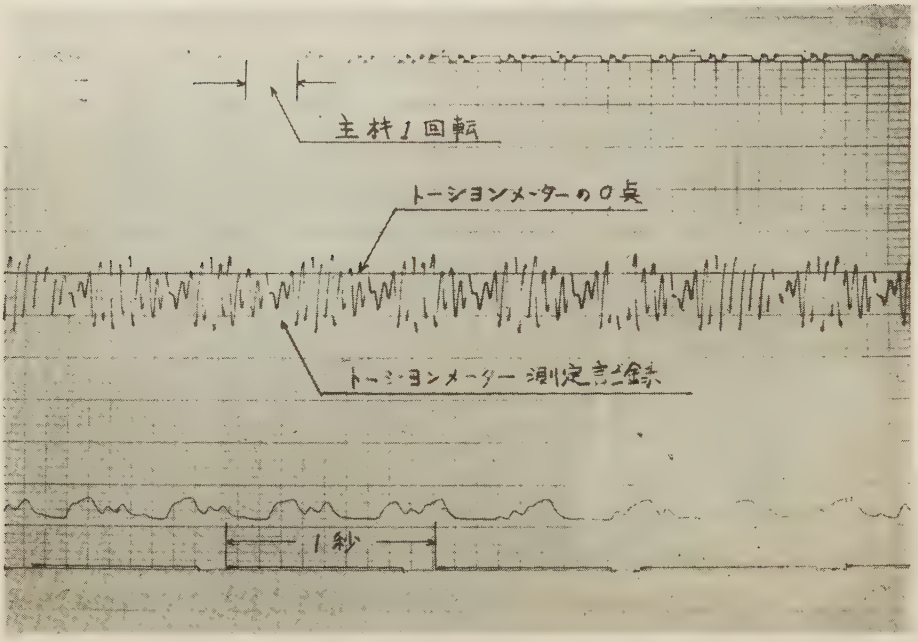
(2)　ポリエステルを用いてスリツプリング及び埋没リード線を絶縁する方法は、長期間に亘る海上実験にも堪えるよう計画施工されたものであるが、この方法ではポリエステル塗布後銀線を捲くまでの間、その硬化の為に一昼夜程度の放置を必要とし、リングの装備時間を著しく長くする。従つて実験が短時間で終る場合には、このポリエステル施工の代りにエンパイヤーテープ又はビニールテープを捲きつけ、装置全体の装備時間を一昼夜程度に短縮すること。

本装置の軸取付部分、同記録装置及びその測定記録の一例を第1、2及び3図に示す。

第 1 [illegible]ションメーターの軸取付部分



第 2 [illegible]



第3図 トーションメーターの測定記録一例

2. 矢上丸の推進性能関係諸調査及び解析

今回の実験では、矢上丸の推進軸に前記トーションメーターを取付け、満載出港状態での速力試験時、及びそれに引続く東支那海漁場での曳網時の主機軸馬力を測定し、同時にその各場合の船の速力、曳網時にあつては更にその曳網索の張力を測定した。その測定結果の概要を示すと第1、2表及び第4、5図の通りになる。

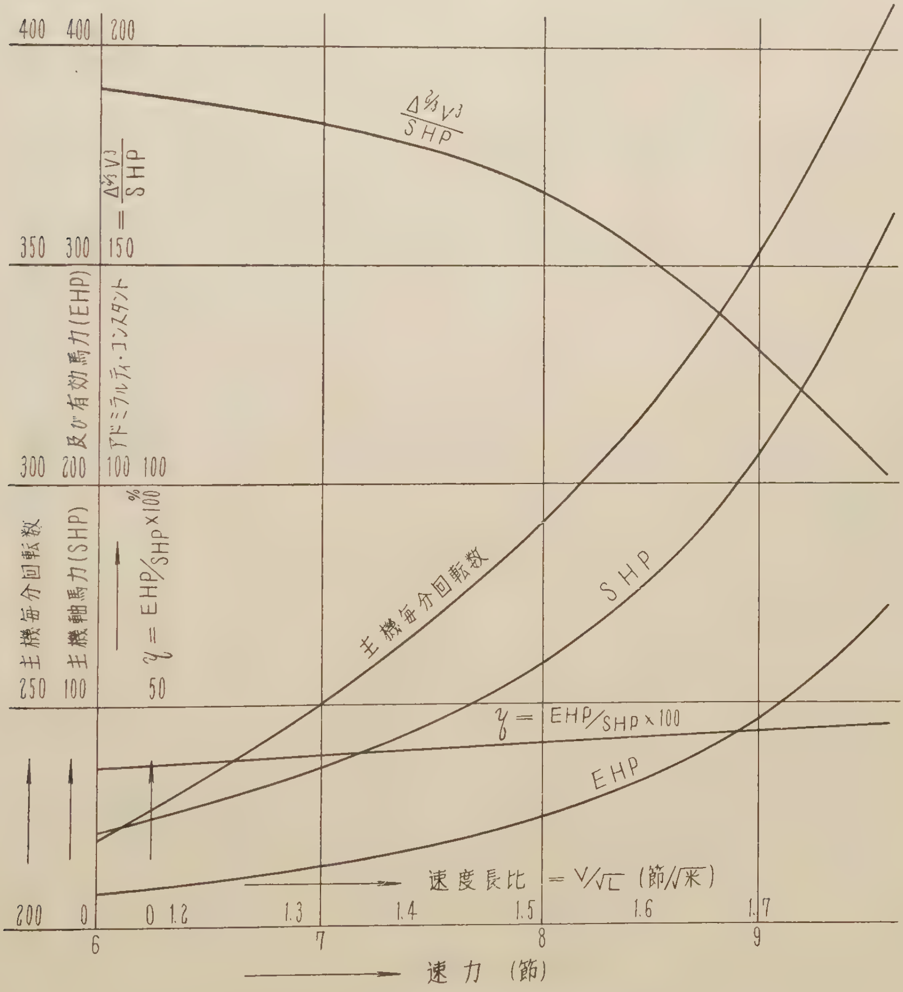
なお、この曳網実験は、以西底曳網漁業の綜合研究の一環として行われたもので、底曳網自体の諸計測も薬室技官によつて同時に行われている。

第1表 矢上丸海上試運転成績表（満載出港時）

測定年月日			昭和32年10月5日
測定場所			長崎港内 1/2 浬速力標柱間
天候			曇
海況			静穏
風			ナシ
吃水	前部	米	1.84
	後部	〃	3.16
	平均	〃	2.50

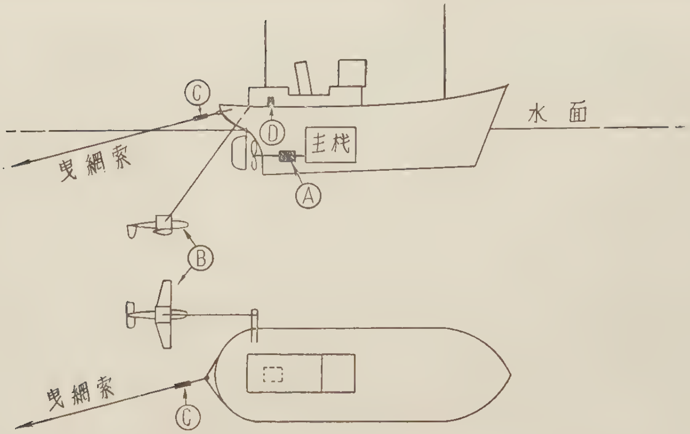
排水量	トン	235.95 (≡Δ)
船底状態		出渠後　2日

負荷	速力 (V)	主機毎分回転数	測定された軸馬力 (SHP)	$\frac{\Delta^{2/3}V^3}{SHP}$	$V/\sqrt{L}$
1/4	6.69節	240	62馬力	185.0	1.26
2/4	8.22	302	132	161.2	1.55
3/4	8.89	345	199	135.0	1.68
4/4	9.30	380	263	117.0	1.76



第 4 図　矢上丸海上試運転成績（満載出港時）

〔説明〕 上図中 EHP は「漁船の有効馬力推定用図表」にて算出された値を使用した。



第5図 矢上丸曳網時の実験計器の配置図

〔説明〕 Ⓐ トーションメーター（含回転計）
Ⓑ 対水速度計（水面下約5米）
Ⓒ 曳網索張力計
Ⓓ 測定記録装置（ペン書きオシロ等）

第2表 矢上丸、曳網時の測定資料（一例）

状態		イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	チ
主機毎分回転数	r.p.m.	243	248	244	250	249	243	249	256
主機軸馬力 SHP	馬力	82	94	87	94	96	82	96	110
船の対水速度 V_s	米/秒	0.93	0.89	0.92	0.97	0.95	0.93	1.05	1.10
曳網索張力の船首尾方向水平分力 H	トン	1.61	1.60	1.60	1.60	1.67	1.55	1.57	1.72
曳網時の有効馬力 EHP	馬力	20.4	19.4	20.0	21.2	21.6	19.6	22.6	25.8
η＝EHP/SHP×100	%	24.9	20.6	23.0	22.6	22.5	23.9	23.6	23.4
曳網時の僚船との間隔	米	約300	約500	約400	約340	約280	約290	約150	約300
α	度	約8	約15	約12	約8	約8	約8	約5	約8
β	度	約8	約8	約8	約8	約8	約8	約8	約8

〔説明〕 上表中 $EHP = EHP_s + EHP_r$

但し $EHP_r = H \cdot V_s \times \frac{1,000}{75}$ ……網及び曳索の抵抗のみに消費される有効馬力

EHP_s…速力 V_s で前進時の船体抵抗の為に消費される有効馬力「漁船の有効馬力推定用図表」にて算出した値を使用。

α……船体中心線と曳網索との為す水平角

β……曳網索の水平線に対する俯角

以上の諸結果から、以下のことが推論される。

a. 本船の満載出港状態での推進効率は略々良好で、推進器が満載状態時の単独航行を主眼に設計されたものとすれば、その設計は略々適正なものであつたと推定される。

b. 本船の曳網時の主機出力は、現在では第2表の例に見られるように、80乃至110馬力程度であり、その時の曳網速力（対水）は 1.7乃至2.2節程度、曳網索張力の船首尾方向の水平分力は 1.5乃至1.7屯程度であることが判明した。この場合、推進係数は 25% 前後で、主機出力の約1/4が有効に使用されていることになる。その有効に使用されている馬力の中大部分は曳網の為に使われ、船の前進抵抗の為に使用される馬力は極く僅かである。

c. 曳網中の推進係数が約 25% と言うのは、過小に失するように見られるが、現状のように、航行時に効率よく作動するよう設計された推進器で、抵抗の大きい網を曳く場合には、此の程度の効率になるのは止むを得ない。若し航行時の効率を落さない範囲で多少推進器のピッチやダイヤを変化させてみても、曳網時の効率には余り大きな利得を期待することは出来ない。此の場合、可変ピッチ推進器を用い、曳網時にはピッチを落すようにすれば、或る程度の効率の向上が期待出来るであろう。

d. 結論として、漁場移動の迅速化等のため、単独航行時の速力増大に主眼が置かれ、且つ、曳網時の主機出力になお余裕があるとみられる現状では、綜合的に見て本船の推進器の設計は略々適正であろうと判断される。

e. 今回の使用のトーションメーターでは、軸のトルク変動も同時に測定出来る装置であり、測定記録にそれが明瞭に表われている。（第3図参照）今回の測定では、測定部たる中間軸の中央附近に、曳網時に主機毎分回転数を243前後にしたとき、最大 $\pm 1.9\,\mathrm{kg/mm^2}$ の振り応力変動が測定されている。船舶安全法に基き、運輸省内で定められている船舶検査心得によれば、この場合 $\pm 5.3\,\mathrm{kg/mm^2}$ 以上が危険領域と見做されているようである。従つて現在の曳網状態で使用する場合は、これ等に関する事故は先づ起り得ないものと考えられる。

なお、本船に過給機を装備した時には推進軸系は取替えず、以前のものをそのまま継続使用したということである。

f. 推進器の空洞現象について簡単にふれておく。曳網時に推進器の先端附近から極く僅か気泡が発生し、水流と共に激しく後方に流れて行くのが見られた。船尾材踵部附近で多少気泡が多くなることも観測された。しかし現在の推進器の使用状態では、推進効率に有害な背面空洞現象を起しているとは、在来のこれに関する実験式に照してみて、考えられない。

3. 矢上丸の復原性能関係諸調査及び解析

今回は、従来から問題にされている漁船の安全性並びに凌波性を検討する基礎資料を得るため、矢上丸の操業時の使用実態及びその時の動揺を調査したものである。即ち、満載出港時に傾斜試験及び動揺試験を行い、出港後適時船体の動揺を測定すると同時に、その時の船の積荷状態及び海況、気象等を同時に記録し、併せて荒天時の船の運動を僚船から16粍撮影機で撮影した。之等の調査資料の概要を示すと第3表より第5表まで及び第6図より第9図までの通りである。（16粍撮影記録は別途報告予定）

なお、本実験航海中、顕著な不連続線の通過に伴う、瞬間最大風速20米毎秒以上の荒天下で上甲板一杯に大浪が打込み、船体が左舷に35度乃至40度大傾斜したまま、十数秒間復原しなかつた現象があり、漁船の安全性を考慮する上に貴重な参考資料が得られた。

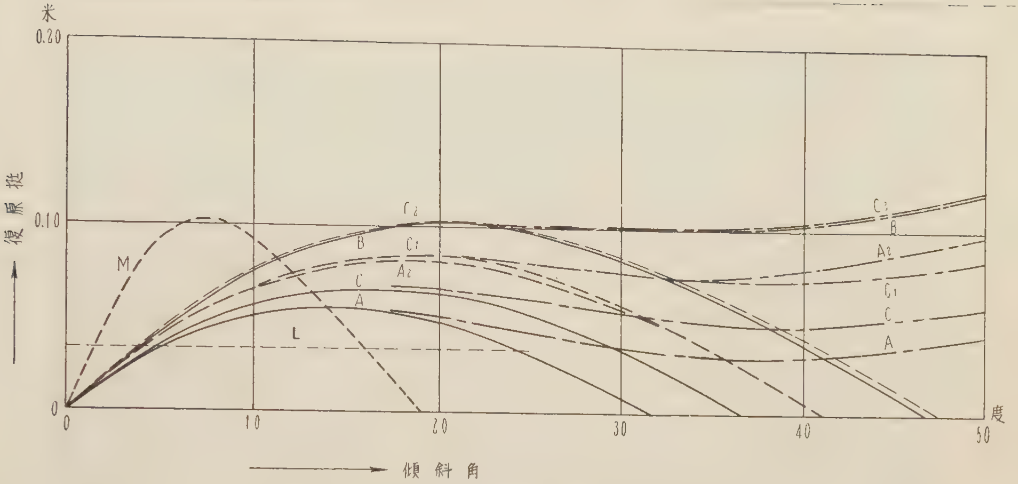
本章に於ては、矢上丸についての計測値及び改善対策のみが示されているが、鋼製以西底曳網漁船の使用現況から推して、之等は必ずしも同船に限つたことで無く、他の相当隻数の船にも当はまることと想像される。

第3表 矢上丸各使用状態の総括成績表

項目		空荷	満載出港	10月16日 大傾斜時状態	満載入港
前部吃水	米	1.19	1.84	1.94	2.32
後部吃水	米	2.35	3.18	2.99	2.62
平均吃水	米	1.77	2.51	2.465	2.47
トリム	米	1.16	1.34	1.05	0.30
排水量	トン	150.46	238.89	233.02	230.16
TPC		1.13	1.27	1.26	1.26
MTC		1.62	2.15	2.09	2.06
⊠ G	米	1.49	1.36	1.11	0.45
⊠ B	米	1.66	1.34	1.35	1.36
K M	米	2.50	2.53	2.53	2.52
K B	米	1.02	1.44	1.42	1.42
K G	米	2.21	2.11	2.09	2.01
G M	米	0.29	0.42	0.44	0.51
K′G/D		0.85	0.80	0.79	0.75
乾舷	米	1.01	0.27	0.31	0.32

備考 1) 上記はノルマルトリム 1.32 米として計算したものである。K′G はキール上面から船の重心迄の高さを表す。

2) 上記は満載出港状態時の傾斜試験から導出されたものである。



第 6 図　矢上丸の各状態の静的復原力曲線図

第 6 図　附　　　表

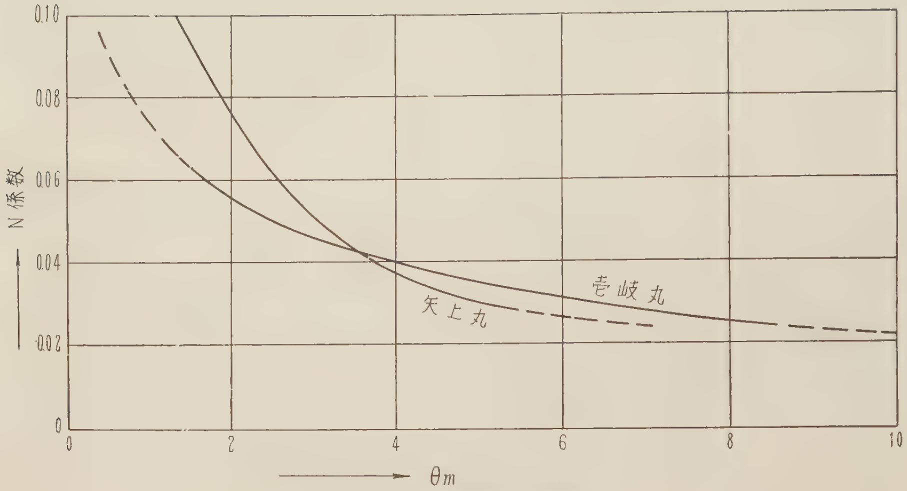
状　　態		A	B	C	C_1	C_2	A_2
排　水　量	トン	238.9	230.2	233.0	230.7	228.7	234.6
KG	米	2.11	2.01	2.09	2.06	2.01	2.04
GM	米	0.42	0.51	0.44	0.46	0.51	0.49
T_s	秒	7.14	6.47	6.97	6.81	6.47	6.60
乾　　舷	米	0.27	0.32	0.31	0.32	0.33	0.30

〔説明〕 A　10月7日の満載出港状態　鎖線は甲板室を水密区劃として計算に含めた場合。以下同じ。
B　満載入港状態（推定）
C　10月16日夜の荒天中大傾斜時の状態
C_1　C状態時に、若し上甲板上に実験の為の特別積荷をしなかつたと仮定した状態
C_2　C状態時に、若し上甲板上に実験の為の特別積荷をせず、且つ、函材料をすべて魚そうの中に格納してあつたと仮定した状態
A_2　A状態時に、若し上甲板上に実験の為の特別積荷をせず、且つ、函材料をすべて魚そうの中に格納してあつたと仮定した状態
L　C状態時、毎秒 25 米の風圧により生ずる傾斜偶力挺（概算値）を表す。
M　C状態時、上甲板上に漲る海水により生ずる傾斜偶力挺（概算値）を表す。
T_s　船体固有動揺周期。慣動半径の 2.30 米（満載出港時の測定値）と GM とから算出した。

第 4 表　動 揺 試 験 結 果 抜 抄

排　水　量	トン	235.95
GM	米	0.42
小角度自由動揺周期	秒	7.14
上記より算出した慣動半径	米	2.30=0.426B
ビルヂキールの長さ及び巾　$l \times b$	米	11.40×0.25

備考　海況、吃水等は第1表と同じ。



第7図　N係数－θ_m 曲線

〔説明〕　$N=\delta\theta/\theta_m{}^2$

本揺動試験は都合により係舷からの距離約4米の処で行われ、最大動揺角度は約5度であつた。

比較の為、船型が稍々似ている鋼製以西底曳網漁船壱岐丸の満載出港時の動揺試験から得られたN係数の曲線を併記した。

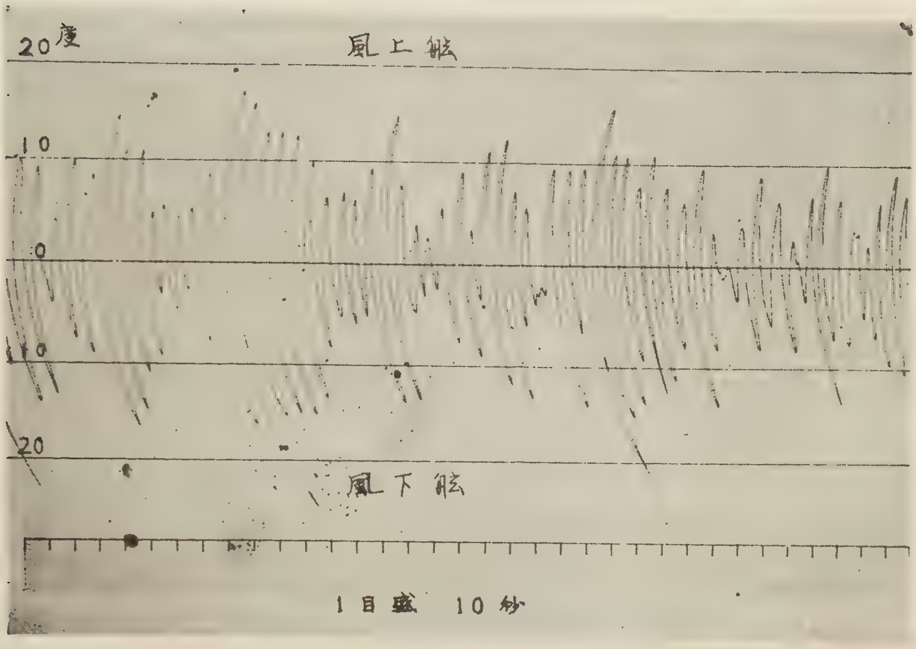
第5表　波　浪　観　測　記　録

測定年月日 時刻		32—10—17 正午	32—10—10 朝9時	32—10—8 正午
波長	米	50 ～ 70	約 50	35 ～ 40
波高	米	3.5～ 5	約 2	1.5～ 2 (最大 3)
波周期	秒	6 ～ 8	約 6.5	5.5～ 7
最大波傾斜	度	15 ～ 20	6 ～ 10	—
波の方向		北	北	北
風速 平均	米/秒	15	7	4
風速 瞬間最大	〃	20以上	—	—
風の方向		北	北	北
備考		船体動揺記録及び16粍撮影記録あり	船体動揺記録あり、但し曳網中	16粍撮影記録あり

〔32—10—17 正午　波浪観測余録〕

この波浪は前線通過後約18時間吹き続いた上表中の風によつて生じたものである。

波浪は比較的規則正しく、北からのもののみ卓越し、他の方向のものは観測し得なかつた。波長、波高は共に目測によるもので、波長は船長（約30米）との比較により、波高は同係舷のマストとの見透し及び水平線との見透しによつて推定したものである。波周期は停舷中は船との出会周期、航走中は波頭に出来た白波の泡沫との出会周期により求めた。一見した波浪の形状は風下側に稍々傾いた波形を持つて居り、且つ波頭は可成り鋭く立つて居て、しばしば白波が大きく崩れるのが望見された。



第 8 図　荒天中の横動揺記録の一例
〔説明〕 停船して横波を受けた場合……32—10—17 正午

第 9 図　荒天下、微速前進中の僚船田上丸
〔説明〕 向い波、主機回転数 240 R/M……32—10—17 午後

之等の調査結果により、下記の事が推論される。

a.　本船の満載状態では GM で代表される初期復原性能は良好であるに拘らず、大角度傾斜した場合の GZ で代表される復原性能は可成り小さく、且つ入港に至る迄の全操業期間を通じてこの状態が余り良くならないことが判明した。かかる状態では、港内で積荷をする際の船の安全感は一見良好であるかのような錯覚を乗員に与えるに拘らず、沖で荒天にさらされた場合、比較的容易に大傾斜して復原出来ぬ状態に迄追込まれる危険性がある。

例えば毎秒 25 米の風を真横から受けると、第 6 図中の C 状態では、同図中の破線 L で示される傾斜偶力を受けることになる。この時船は風下に約 5 度傾斜し、且つ復原力の過半

を失う。又同じC状態で上甲板上一杯に海水を打込まれた場合は、大略第6図中の破線Mで示される傾斜偶力を受け、船は一時的に約14度の傾斜角を中心にして動揺し、最大30度近い傾斜をすることが想像される。従つて之等の要因が重畳した場合は極めて危険であることは容易に推察される。なお、傾斜角が40乃至50度以上になると積荷が移動する可態性があり、第6図の計算値通りに復原力が保たれるとは期待出来ない。

本船は今回の実験航海に当つて約2トンの重量物を甲板室上に積んだ為、第6図の状態C及びC_1との比較で判るように、平常の航海に比して更に状態が悪くなつて居り、このような積荷法を絶対にさけるべきことを教えられるが、しかしそれ以上にここで問題となることは、例え上記重量物を積まなかつたとしても、船の安全上決して楽観すべき状態ではないこと、及び本船から推察すると、他の以西底曳網漁船も本船と大同小異の復原性能しか持つて居ないのではないかと想像されることである。

漁船の安全を確保する為の復原性能の最低限度を見出すには、今後幾多の研究が積まれなければならない現状であり、今直ちに之の根本的な改善策を提示することは出来ないが、本船のかかる状態をとりあえず現実面に即して幾分でも改善する方策としては、以下のことが挙げられる。

(i)　重心の降下策

一般に以西底曳網漁船は、出港時に合計3トンにも及ぶ空函、又はその材料を甲板室上及び船橋上に積載する習慣のようで、本船もその例に漏れないが、之等はそれでなくても悪い本船の復原性能を更に著しく悪化させるものであるから、荒天時には之等を必ず魚そう内に収めることにすべきものと考える。これ等は、人命の安全を第一に考える以上は止むを得ない措置であろうと思われる。(第6図A_2及びC_2参照)

(ii)　予備浮力の増加及び水密性の保持対策

本船の復原性能を著しく損つている大きな原因の一つとして、乾舷の不足が挙げられる。之に対しては、心要以上の積荷を絶対にせず、現状より少しでも乾舷を増すよう極力努力すべきである。

又乾舷が小さいために、上甲板上の甲板室、機関室囲壁等の水密区劃が、復原性能上極めて重要な役割を果す結果になつてしまつている。即ち大角度傾斜した場合の之等への浸水の有無が、本船の浮沈の鍵を握ると云う場合が十分考えられる。従つて現在設けられている賄室両側の水密扉は、荒天時は常に密閉して置いても諸作業に支障を来さないよう、例えば賄室天井にハツチをつける等の措置を予め採ることを勧めたい。又荒天時に魚そうのハツチを開くことは絶対にさけるべきであろう。大傾斜時に船内の諸タンクへその空気管から海水が流入しないよう、その開口位置を確めておくことも必要であろう。

(iii)　重量物の横移動防止策

本船の現操業状態では、20度乃至30度の傾斜をしても、復原力率は余り大きくならない。このことは外力により容易に大傾斜し易いと同時に、積載物の横方向の不平衡によつても著しく復原力が損われる性質を有することを示す。例えば本船が、満載出港時片舷に3度定常傾斜をしている場合は、その方向への転覆に対する復原力は、数分の一が既に失われていることになり、又積載した氷が若し一様に10糎だけ横移動したとすれば、矢張り前記と同程度の復原力の損失となる。この様な理由で本船に於ては、微かな定常

傾斜にも十分注意をはらうと同時に、大傾斜した時の重量物の移動防止に関しては、予め万全の措置を採つておくべきものと考える。操業時投揚網による船の傾斜も、この観点から見れば決して軽視さるべきことではない。

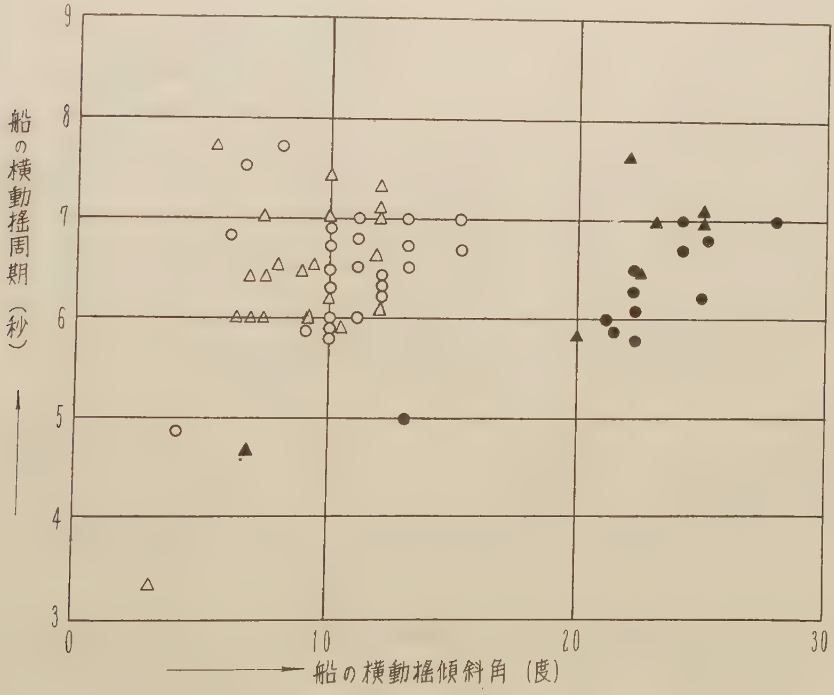
(iv) 上記以外の諸注意

操船者は本船の復原性能が決して十分なものではないことを常に念頭に置いて、風浪を成可く真横から受けぬよう操船することが望ましい。又前記各項の実施を極力励行して欲しいが、その中重心位置の降下の程度は乾舷や重心の横移動のように視覚又は直感では正確に知ることが出来ないので、以下の方法を目安にするとよい。即ち本船にあつては、重載出港時に静水中の微小横揺周期が 6.6 秒以下になるようにすることである。周期がそれより長くなることは重心位置が高過ぎることを意味する。

又上甲板上に打込んだ海水の影響を成可く少くするため、舷檣排水口が有効に働くよう予め注意して見廻つておくのも、荒天準備の重要な仕事の一つである。

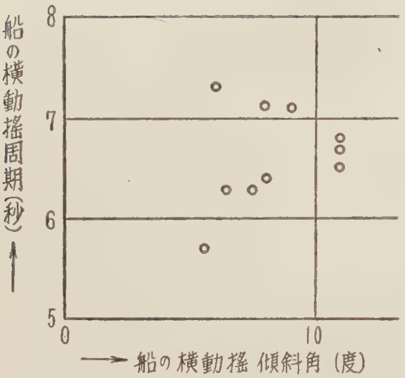
b. 船体の横動揺角度と動揺周期との間に或る関聯性があることが認められた。

一例を第 8 図に示すように、荒天時に中程度の動揺を数回繰返す間に、時により風下側に大傾斜をする現象がしばしば見られた。これ等を生ずるときの動揺周期と最大傾斜角との関係を図示すると第 10 図の●及び▲印で表わされる。又その時の中程度の数回に亘る動揺角度の平均値と、その平均周期との関係を同図及び第 11 図に示すと○印及び△印で表わされる。



第 10 図　船の動揺角度と周期との関係　その 1

〔説明〕 ○及び●印は停船中横波を受けた場合、△及び▲印は微速前進中、斜船尾より波を受けた場合。船の固有動揺周期は約 6.9 秒。　32-10-17



第 11 図 船の動揺角度と周期との関係 その2

〔説明〕 停船、揚網中横波を受けた場合。船の固有動揺周期は約 6.9 秒。 32—10—10

これらは、船が波浪により同調気味の強制動揺をしている場合の測定値であつて、当然のことながら船の固有動揺周期に近い周期で大動揺をすることが示される。これ等の現象は船の安全性能及び作業能率の向上を計るために利用さるべきことであろう。

c 前線通過後数時間を経て、10 月 16 日午後 8 時過ぎ本船が主機を一時停止して、風浪を右舷に受けて漂泊中、突然大量の海水が上甲板上に打込み、そのため船は左舷に 35 度乃至 40 度の大傾斜をして十数秒間復原せず、打込海水の一部は、丁度漁獲物収納のため開いて置いたハッチから魚槽内に流入すると共に、甲板上に函積みされたいた漁獲物の一部が流失されると云う事態を生じた。幸いに、乗員が機敏に主機を始動し、波の方向に船首を向けたため、船は徐々に復原することが出来た。(この時の波浪は第 5 表第 1 項と略同一と推定され、復原力曲線、及び関係諸計算資料は第 3 表及び第 6 図に示される。)

此処に注目すべきことは、漁船に於てこの様な大傾斜を起した例をきくのは二三に止まらず、その直接の原因は大量の海水が上甲板上に打込んだためと伝えられることが多い。(このような事故を起す船の復原力は小さく、上甲板上の水密区劃が復原力に役立つことにより、辛うじて復原力を保持されていて、若しその水密性が失われた場合には、一時その大角度傾斜で平衡状態になつても、浸水のため次第に傾斜を増し遂に転覆に至ること等が想像される。) 今回はこれ等に関する現実の資料を提供してくれた点で、誠に機会に恵まれた訳である。遺憾ながら夜間のため、どんな状態で波が打込んだものか確認は出来なかつたが、其の後約一昼夜に亘る略々同一条件の時化の中で数時間停船して風浪に横に流した間に再び同じ事態が生じなかつたことから推して、今回経験した程度の時化では、このような海水の大量打込みは極めて偶発的なものであつたと考えられる。しかし例え偶発的なものであつても、現実に今回のような危険な作用をする現象が存在する以上は、今後の漁船の安全性を論ずる上に、極めて重要視されるべき性質のものと考えざるを得ない。

d. 漁船に於ては船質にかかわらず、建造後年月が経つに従つて防熱材、木材等の吸水、その他使用上の都合等により、排水量が増大する傾向があり、又艤装等の些細な改造工事の累積等により、空船時の重心位置も次第に上昇する場合が起り得る。之等の為、建造当時の状態では安全であつた筈の船の復原性能が、知らず知らずの間に損われている場合が十分考えられる。本船もこの例となつているようである。

操船者は之等の危険を防止する為、満載時の乾舷及び固有動揺周期を時折測つてみるだけの注意を持つ要があるが、一方造船者側としては、之等経年変化を或る程度盛込んだ余裕ある設計をすることが最も望ましいと考えられる。その為には従来乏しかつた経年変化に関する質料を整えることが先決であり、之等に関し今後の関係者各位の御協力を要望したい。

む　す　び

以上、稍細部に亘つて述べた通り、本実験に於て、(1) ワイヤーストレーンゲージ使用のトーションメーター（仮称 5 型）が海上実験に使用可能であり、若干の改良をすることにより、今後の各種漁船の推進性能の改善に期待が持たれること、(2) 以西底曳網漁船の曳網時の使用実態を或る程度定量的に掴むことが出来、今後の同種漁船の操業性能の改良に寄与する基礎資料が得られたこと。(3) 以西底曳網漁船の操業時の復原性能の実態を或る程度知ることが出来、同種漁船の安全性の不足に若干の危惧が持たれること及び復原性能に関する漁船の経年変化を調査する要があると思われること等の結果が得られた。今後之等を基礎にして更に以西底曳網漁船始め他種漁船の推進性能及び復原性能等の研究を進めてゆく所存である。

終りに臨み、本実験に多大の費用と労力とを提供して頂き、終始変らぬ御協力を載いた日本水産株式会社の関係各位、実験船の船長以下乗員各位並びにスリップリングの考案、製作等に熱意ある御指導御協力を頂いた新興通信工業株式会社の青柳、今村両氏に深甚の謝意を表する。

漁船機関のシリンダ等の摩耗について—XI
(クローム鍍金シリンダの実用試験その 2)

清水 三郎　草間 喜代松　山田 敏夫

On Cylinder Wear in Diesel Engines—XI
(Results of porous chromium plated cylinder by practical use. No. 2)

Saburo SHIMIZU, Kiyomatsu KUSAMA, Toshio YAMADA

ABSTRACT

Durability tests of porous chromium plated cylinders of engines, should be extended over a long period of time, and they are impossible by bench tests only. Accordingly, we are doing these durability tests by practical fishing boats. This is the second report of this test series. As the results, some porous chromium cylinders, though showed good performance for the first duration, become worse slowly. And the life of chromium plated cylinders tested (diameter 110 mm) was about 8, 000 hrs and three times longer than that of implated cylinder for the worst case and double of this value for the best one, respectively.

概　要

ポーラス・クローム鍍金シリンダは対摩耗性が優秀なので、陸上で終局迄実験することは不可能である。依つて、多くの漁船の機関に実用して貰い長期にわたる実験を行つている。本文はその第2回経過報告である。今迄の結果を見ると当初の成績の良いポーラス・クローム鍍金シリンダでも使用時間と共に、摩耗率が漸増するものがあることが判明した。又本実験に供したクローム鍍金シリンダ(直径 110 mm)の寿命は、最悪のものは、普通シリンダの約3倍、8, 000 hr 位で、又優秀なものはこれ等の約2倍になる見込である。

項　目

1. まえがき
2. 試験委託漁船及び供試シリンダ
3. 各委託漁船に於ける経過並びに成績
   (1) 長盛丸 (第一回)
   (2) 池田丸
   (3) 助次郎丸及び網代屋丸
   (4) 又五郎丸
   (5) 助次郎丸
   (6) 長盛丸 (第二回)

4. 実験成績の検討
5. 結　　　　果
6. あ　と　が　き

1. ま え が き

漁船機関のシリンダの摩耗対策として、ポーラス・クローム鍍金を取上げ、多数の試作研究及び陸上耐久運転試験を繰返えした結果、優秀な信頼性のあるものが出来るようになつた（漁船研究技報第3及び4号）。然し実際漁船で機関の運転される事情は陸上に於ける場合とは大分異るし、又陸上でシリンダの寿命の尽きる迄耐久試験を行うことは殆ど不可能である。依つて之等クローム鍍金シリンダの耐久性を見る為、実際漁船に実用して貰つて定期的に点検するという方法をとることにした。かくして現在実用試験に供されているクローム鍍金シリンダは数十本に達しているが、三崎地区で行われている小型デイゼル用直径 110 mm のシリンダで使用時間 2,000 時間以上になるものについて資料を纏めて本報告とした。

2. 試験委託漁船及び供試シリンダ

クローム鍍金シリンダの実用試験を委託した三崎地区の漁船は第1表の通りで、何れも主機関としてダイヤデイゼルを使用するものである。

第1表　試験委託漁船及び供試機関

番号	船　体	機　関（ダイヤ・デイゼル）	船　主
1	長盛丸　KN3-2462　1.5屯	1DVA　No. 610851　8HP　900 r.p.m.	横須賀市長井漆山　鈴木清吉
2	池田丸　KN3-2286　1.36屯	1DVA　No. 1569　8HP　900 r.p.m.	三浦市三崎町日之出　池田熊蔵
3	網代屋丸　KN3-2108	1DVA　No. 708006　8HP　900 r.p.m.	三浦市三崎町田中　石渡松蔵
4	又五郎丸　KN3-2813　2.18屯	2DVA　No. 2325　17HP　900 r.p.m.	三浦市三崎町白石　石渡新次
5	助次郎丸　KN3-2806　2屯	2DVA-3A　No. 21147　17HP　900 r.p.m.	三浦市三崎町海外　佐原由五郎
6	1に同じ	1に同じ	1に同じ

供試シリンダはダイヤデイゼル用で、そのクローム鍍金は、所謂ポーラス・クロームのチャンネル型及びポケツト型の他、水玉模様に深い小孔を無数に設けたものもある。又実用試験前に陸上で数百時間の運転試験に供したものもある。

3. 各委託漁船に於ける経過並びに成績

供試シリンダの準備整い次第、逐次上記の委託漁船の機関に装着して実用試験を始めた。その後は絶えず通信により又は船主の来訪或は当方から出張する等、船主と密接な連絡を保つて実験の経過を追跡し、又随時シリンダの内径等を計測した。各船主とも克明に運転時間や機関の状況を記録し、協力してくれた。

第 2 表　シ リ ン ダ 内 径 計 測 値

基準：110 mm　　単位：$^{1}/_{100}$ mm

(1) 長 盛 丸 (第一回)

計測位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	備考
運転前	6.8	5.7	5.0			4.6	4.2	3.4	3.9	3.6	6.8	実用試験前陸上620 時間運転せるもの
実用試験前	6.9	8.0	6.0			5.3	4.5	3.6	3.8	3.6	6.8	
差	0.1	2.3	1.0			0.7	0.3	0.2	−0.1	0.0	0.0	
5,732 hr 後	6.8	9.0	7.3	6.3	5.7	5.4	4.5	3.7	3.9	3.6	7.0	
差	−0.1	1.0	1.3			0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	
7,060 hr 後	6.8	9.6	8.4	7.1	6.6	6.5	4.9	4.4	4.2	3.8	7.0	
差	0.0	0.6	1.1	0.8	0.9	1.1	0.4	0.7	0.3	0.2	0.0	
実用試験の平均摩耗率 $^{1}/_{100}$ mm/1,000 hr	0.0	0.2	0.3			0.2	0.06	0.1	0.06	0.03	0.03	

(2) 池 田 丸

計測位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	備考
運転前	4.2	3.0	2.7			2.9	2.5	2.2	2.5	2.8	4.1	実用試験前陸上625 時間運転せるせの
実用試験前	5.7	6.8	6.6			5.8	3.5	2.7	3.1	2.9	4.2	
差	1.5	3.8	3.9			2.9	1.0	0.5	0.6	0.1	0.1	
4,532 hr 後	6.9	16.4	14.5	12.5	10.7	9.3	6.4	5.7	6.2	4.9	4.5	
差	1.2	9.6	7.9			3.5	2.9	3.0	3.1	2.0	0.3	
7,120 hr 後	7.5	22.8	18.7	16.1	12.8	10.6	7.5	8.3	8.4	5.3	4.6	
差	0.6	6.4	4.2	3.6	2.1	1.3	1.1	2.6	2.2	0.4	0.1	
9,351 hr 後	9.2	33.4	27.1	23.3	19.7	19.5	10.3	14.5	13.4	8.6	5.0	
差	1.7	10.6	8.4	7.2	6.9	8.9	2.8	6.2	5.0	3.3	0.4	
実用試験の平均摩耗率 $^{1}/_{100}$ mm/1,000 hr	0.4	2.8	2.2			1.5	0.7	1.3	1.1	0.6	0.09	

(3) 網 代 屋 丸

計測位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	備考
運転前	9.1	5.9	2.9			0.1	−0.5	0.1	0.3	0.7	−0.7	実用試験前陸上720 時間運転せるもの
実用試験前	9.1	7.2	4.3			0.6	−0.4	0.0	0.2	0.8	−0.7	
差	0.0	1.3	1.4			0.5	0.1	−0.1	−0.1	0.1	0.0	

3,422 hr 後	9.2	17.1	13.2	11.1	8.1	6.5	3.0	4.2	5.5	3.2	1.0	
差	0.1	9.9	8.9			5.9	3.4	4.2	5.3	2.4	1.7	
5,025 hr 後	9.4	22.8	19.4	16.4	13.7	11.7	4.7	8.7	8.2	4.4	1.9	
差	0.2	5.7	6.2	5.3	5.6	5.2	1.7	4.5	2.7	1.2	0.9	
6,428 hr 後	9.9	29.4	25.0	21.8	18.5	16.9	6.6	11.1	10.6	6.0	2.1	
差	0.5	6.6	5.6	5.4	4.8	5.2	1.9	2.4	2.4	1.6	0.2	
実用試験の平均摩耗率 $^{1}/_{100}$ mm/1,000 hr	0.1	3.5	3.2			2.5	1.1	1.7	1.6	0.8	0.4	

(4) 又五郎丸　第一気筒

計測位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	備考
運転前	2.6	2.7	2.8	2.8	3.0	3.1	2.8	2.6	2.6	2.5	3.4	
2,508 hr 後	2.6	5.4	4.7	4.4	4.4	4.3	3.8	3.6	4.4	2.9	3.5	
差	0.0	2.7	1.9	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	1.8	0.4	0.1	
4,085 hr 後	2.6	8.9	7.0	6.0	5.7	5.6	4.8	4.7	6.3	4.9	3.6	
差	0.0	3.5	2.3	1.6	1.3	1.3	1.0	1.1	1.9	2.0	0.1	
6,477 hr 後	2.6	13.8	10.4	8.7	7.4	6.5	5.5	6.8	8.0	6.9	3.6	
差	0.0	4.9	3.4	2.7	1.7	0.9	0.7	2.1	1.7	2.0	0.0	
平均摩耗率 $^{1}/_{100}$ mm/1,000 hr	0.0	1.7	1.2	0.9	0.6	0.5	0.4	0.5	0.8	0.7	0.03	

又五郎丸　第二気筒

計測位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	備考
運転前	4.3	4.2	4.0	3.9	3.9	3.7	3.7	3.6	3.9	3.4	4.1	
2,508 hr 後	4.3	6.8	5.7	4.9	4.6	4.3	3.9	3.8	4.6	4.3	4.1	
差	0.0	2.6	1.7	1.0	0.7	0.6	0.2	0.2	0.7	0.9	0.0	
4,085 hr 後	4.3	8.8	7.0	6.0	5.7	5.6	5.0	4.9	6.3	5.2	4.1	
差	0.0	2.0	1.3	1.1	1.1	1.3	1.1	1.1	1.7	0.9	0.0	
6,477 hr 後	4.3	12.2	9.3	7.6	6.5	6.2	5.2	7.6	8.2	6.3	4.1	
差	0.0	3.4	2.3	1.6	0.8	0.6	0.2	2.7	1.9	1.1	0.0	
平均摩耗率 $^{1}/_{100}$ mm/1,000 hr	0.0	1.2	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	0.6	0.7	0.4	0.0	

(5) 助次郎丸　第一気筒

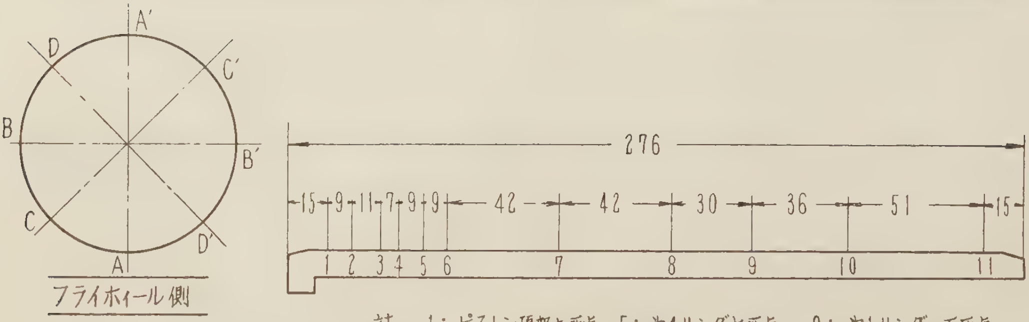
計測位置		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	備考
運転	前	3.0	3.4	3.4	3.6	3.7	3.9	4.3	4.3	4.1	3.7	5.0	実用試験前陸上320 時間運転せるもの
実用試験	前	3.0	6.3	5.5	5.6	5.6	5.3	5.8	5.3	5.6	3.7	5.0	
	差	0.0	2.9	2.1	2.0	1.9	1.4	1.5	1.0	1.5	0.0	0.0	
1,667 hr	後	3.0	10.1	8.5	7.8	7.7	7.4	7.8	8.2	8.9	5.1	5.0	
	差	0.0	3.8	3.0	2.2	2.1	2.1	2.0	2.9	3.3	1.4	0.0	
2,828 hr	後	3.1	11.4	9.1	8.5	8.2	7.9	8.3	8.5	9.2	5.8	5.1	
	差	0.1	1.3	0.6	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.7	0.1	
5,199 hr	後	3.2	13.2	10.9	9.5	8.8	8.8	9.3	9.5	10.4	7.3	5.3	
	差	0.1	1.8	1.8	1.0	0.6	0.9	1.0	1.0	1.2	1.5	0.2	
実用試験の平均摩耗率 $^1/_{100}$ mm/1,000 hr		0.04	1.3	1.0	0.8	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.7	0.06	

助次郎丸　第二気筒 (FC 23 鋳鉄製)

計測位置		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	備考
運転	前	6.0	5.8	5.6	5.5	5.5	5.5	5.7	5.9	6.1	5.9	6.4	
1,667 hr	後	17.3	33.6	30.1	30.1	28.1	25.5	15.1	11.5	9.3	6.8	6.7	
	差	11.3	27.8	24.5	24.6	22.6	20.0	9.4	5.6	3.2	0.9	0.3	
2,828 hr	後	28.7	41.6	38.7	39.5	38.1	35.4	21.1	14.3	10.7	7.6	7.2	
	差	11.4	8.0	8.6	9.4	10.0	9.9	6.0	2.8	1.4	0.8	0.5	
平均摩耗率 $^1/_{100}$ mm/1,000 hr		8.0	12.7	11.7	12.0	11.5	10.6	5.4	3.0	1.6	0.6	0.3	

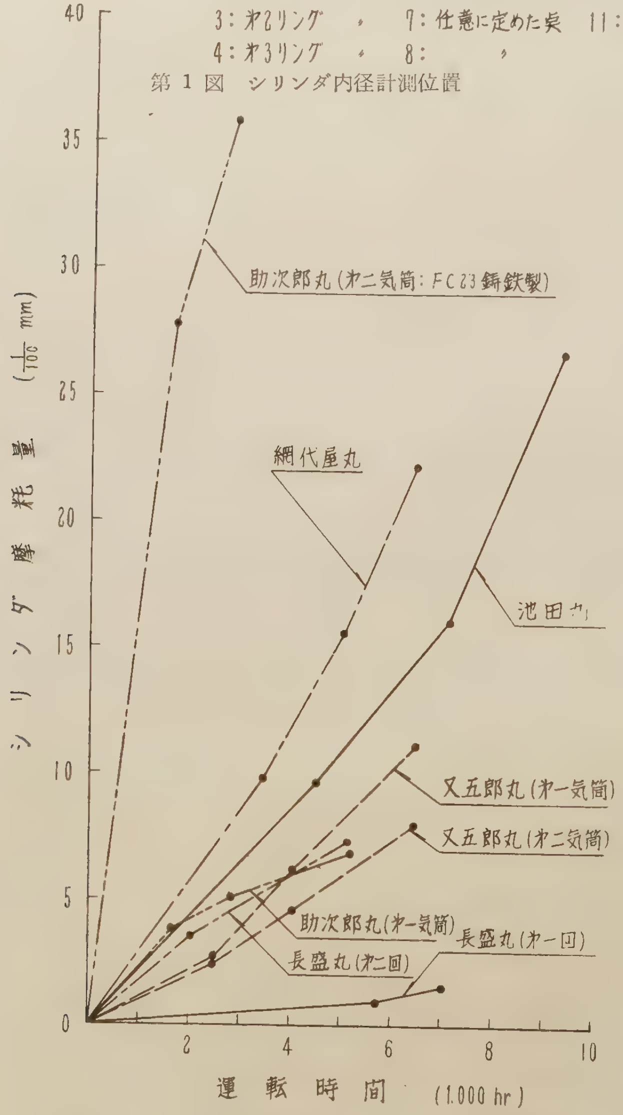
(6) 長盛丸 (第二回)

計測位置		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	備考
運転	前	2.0	1.4	0.0	−0.2	0.0	−0.3	0.4	0.8	0.7	0.7	1.3	
2,075 hr	後	2.1	4.9	3.3	2.1	1.5	1.3	2.1	2.6	2.6	2.2	1.7	
	差	0.1	3.5	3.3	2.3	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.5	0.4	
5,123 hr	後	2.1	8.7	6.4	4.9	3.8	3.6	4.1	5.1	5.3	5.0	2.0	
	差	0.0	3.8	3.1	2.8	2.3	2.3	2.0	2.5	2.7	2.8	0.3	
平均摩耗率 $^1/_{100}$ mm/1,000 hr		0.02	1.4	1.2	1.0	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.1	



註　1：ピストン頂部上死点　5：オ4リング上死点　9：オ1リング　下死点
2：オ1リング　上死点　6：オ5(オイル)リング　10：オ5(オイル)リング 〃
3：オ2リング　〃　7：任意に定めた点　11：任意に定めた点
4：オ3リング　〃　8：　〃

第 1 図　シリンダ内径計測位置



第 2 図　シリンダ摩耗経過（第1リング上死点位置）

各供試シリンダの実用試験の詳細な計測値及摩耗率等は一括して第 2 表に示した。尚シリンダの内径の計測値は、クランク軸方向、回転方向及びその中間の四方向について、第 1 図に示すシリンダ軸線上の諸点で計測し、之等の平均値を以つて表した。各シリンダの第 1 リングの上死点位置に於ける摩耗経過を第 2 図に示した。

(1)　長盛丸による実用試験（第一回）

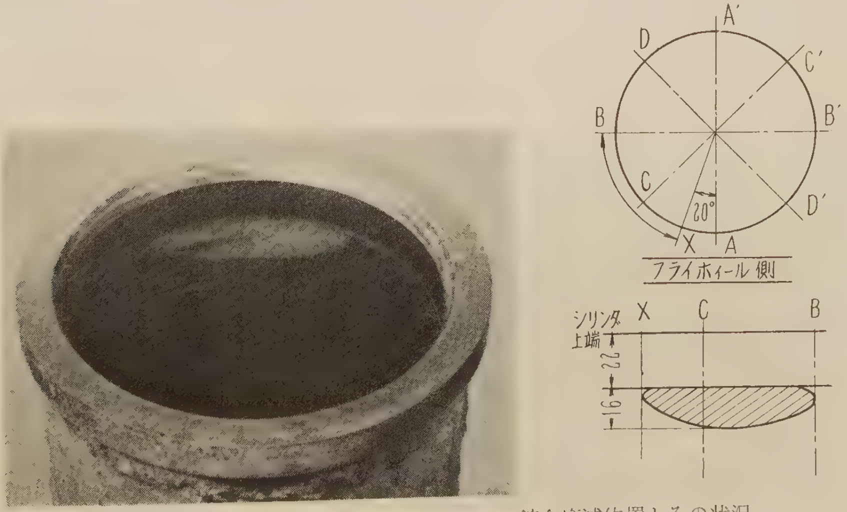
本漁船による実用試験に供したポーラス・クローム鍍金シリンダの総運転時間 5,732 時間目迄については前回報告した（漁船研究技報第 7 号）。その後ピストン及びピストンリングを新品と交換し実験を継続したが、800 時間してから船主が点検した処、クランクピン上メタルが破損していたので交換した。この時シリンダには異常を認めなかつた。それから 120 時間使用してメタルを点検する為に分解した際、ピストンの一部にかじりがありシリンダ側もこの為に疵がついていたのを発見した。この時は船主がシリンダ及びピストンを油砥石で整形して継続使用した。54 時間経過してから連絡をうけて点検に出掛けたが、疵は拡大していなかつた。ピストンスカート下端の一部に異常に強い当りが見られたことから、メタル交換の時に損じたものと判断した。この為漸次潤滑油の消費が増加したので、その後 346 時間使用して昭 32.2.20 このシリンダの実験を一応中止した。

本シリンダの摩耗率は、5,732 時間以後稍増加した。特にシリンダの第 5（オイル）リング上死点附近でこの傾向は甚しい。これはピストンスカートのかじりによるものと思われ、更に焼損による摩耗粉が全体の摩耗率を増加させたのであろう。

何れにしても、実用試験を通じてのシリンダ摩耗率は $^{0.2}/_{100}$ mm/1,000 hr で極めて少ない。本機関は軽油を使用していた為と思われる。本実験では、シリンダに損傷を与えた為、はつきりと寿命を確認することが出来なかつたのは残念であつた。

(2)　池田丸による実用試験

本漁船による実用試験を開始したのは昭 28.5.21 で、そのシリンダは当研究室で嘗つて摺合 25 時間及び標準出力運転（B 重油による）600 時間行つたものである（漁船研究技報第 4 号）。



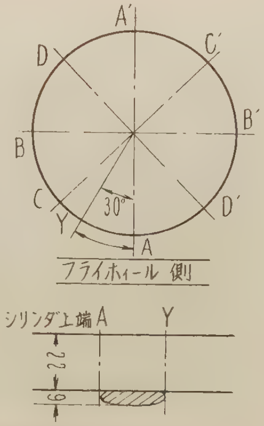
第 3 図　池田丸に於けるシリンダクローム鍍金摩滅位置とその状況

尚本シリンダは有孔度が陸上試験前約10%であつた。船主の報告によると、本船の場合は他に比して機関の使用状況が過酷であるとのことであつた。この為船主は機関の調子を非常に気にして、性能が僅か落ちると機関点検の依頼をして来ることが屢々であつた。12回出張してシリンダを点検したが異常なく、その都度機関の調整を行つた。昭32.8.16、8,887時間後の点検の際、シリンダ内面に僅かのクローム鍍金摩減部を見た。この時、一日10時間程度の運転で潤滑油消費量が約4合（800 cc）である、と報告をうけた。それから464時間後にはクローム鍍金摩滅部は第3図のように拡大していたが、機関作動には殆ど影響がなかつた。船体を新しくするので、昭32.10.10供試シリンダを引上げた。

本シリンダの摩耗率は使用時間と共に増加し、平均摩耗率は $^{2\cdot8}/_{100}$ mm/1,000 hr であつた。本実用試験前、本船が10ヶ月（約2,000時間）使用したFC 23鋳鉄製シリンダを引上げて計測した処、$^{61}/_{100}$ mm 摩耗していた。依つて摩耗率は $^{30\cdot5}/_{100}$ mm/1,000 hr という大きな値であつた。供試シリンダと比較すると 1：10.9 で、今迄屢々行つた実験結果と符号する比率である。供試シリンダは陸上運転625時間、海上運転9,351時間、合計9,976時間使用されたので、約5倍の寿命であつた。尚約0.3 mm 摩耗してからクローム鍍金の摩滅が生じたことから、鍍金厚は約0.15 mm と認められる。供試シリンダの摩耗率は、クローム鍍金シリンダとしては多少大きい値と考えられるが、元来有孔度の少い為であろう。

(3)　助次郎丸及び網代屋丸による実用試験

本漁船により実用試験されたシリンダは、ポーラス・クロームの上に更に水玉模様の無数の小孔が設けられたもので、陸上で720時間試験されたものである（漁船研究技報第5号）。本シリンダの実用試験は昭28.12.6助次郎丸により開始され、昭31.1.31迄3,422時間行われたが、故あつて機関と共に網代屋丸に移されて、実験は継続された。機関移動の際には、シリンダの計測、リング交換の他、機関各部の調整も行つた。この頃から潤滑油の燃焼室への上りが稍多く、又異常爆発も多少あつた。昭32.11.29総運転時間5,025時間後、シリンダ点検、内径計測、リング交換を行つたが、シリンダ上部の水玉模様の消失が第1リング上死点から約60 mm の間に認められた。ピストンのリング溝の摩耗も進行しており、新しいリングとの間隙が第1リングで 0.42 mm あつた。この後も潤滑油消費は漸次増加し、燃料系統の調整を行つても燃



第4図　網代屋丸に於けるシリンダクローム鍍金摩減位置とその状況

焼状態は正常さを欠き不同回転があつた。昭 32. 8. 26、6,428 時間後、標準出力運転 5 時間程度で約 4 合 (800 cc) の潤滑油消費になつたという報告をうけて、点検に出掛けた。この時第 4 図のようにシリンダ上部にクローム鍍金の摩滅を認めたので、シリンダを交換した。尚現在は別のシリンダの実用試験を行つているが、運転状況は良好である。

供試シリンダの摩耗率は頭初より次第に増加し、平均 $^{3.5}/_{100}$ mm/1, 000 hr で、クローム鍍金シリンダとしては甚だ大きい。本シリンダでは水玉模様のオイルポケット以外に 4〜5 μ 程度の浅いポケット型ポーラス層があつたが、その浅いポーラス層は陸上試験中に大部消失し (漁船研究技報第 5 号)、本実用試験の時は殆どなくなり、6 mm の距離で配列されている 1. 6 mmϕ の凹みだけが油保持を行つた。従つてシリンダ表面への油の滲出拡散が悪く、摩耗の増大を来したと思われる。因みに水玉模様の凹みのシリンダ表面に対する割合は 6. 4% である。更に摩耗により水玉自身も浅く小さくなり、やがて摩滅して行つたので、一層摩耗は促進されたと思われる。厚さ 0. 165 mm、直径で 0. 33 mm の鍍金であつたが、0. 23 mm 摩耗してからクローム鍍金の摩滅部が生じたので、偏摩耗により寿命が早められた。総運転時間は、7, 148 時間 (陸上 720、海上 6, 428) であつた。

(4) 又五郎丸による実用試験

本漁船の主機関は二気筒ダイヤデイゼルで、両気筒ともポーラス・クローム鍍金シリンダを装着した。供試シリンダの有孔度は、第一気筒が約 35%、第二気筒は約 15% と認められた。昭 30. 9. 21 実用試験を開始して以来、現在までシリンダ関係には全く異常なく、機関は順調に運転されている。この間、シリンダ内径計測及びリング交換夫々 3 回、又ピストン交換を 1 回行つた。昭 30. 12. 21、1, 874 時間後点検の際、両シリンダ共クランク軸方向フライホイール側の第 1 乃至第 2 リンダ上死点位置にポーラス層の摩滅が認められ、昭 31. 4. 19、2,508 時間には僅かの拡大が見られ、昭 31. 11. 15、4, 085 時間後、更に昭 32. 10. 21、6, 477 時間後には第一気筒 (船首側) のポーラス層摩滅部の拡大が僅か多く認められた。

又両シリンダの摩耗率も今迄の処、第一は $^{1.7}/_{100}$ mm/1, 000 hr、第二は $^{1.2}/_{100}$ mm/1, 000 hr である。第一気筒の摩耗率の多い原因としては、該シリンダの給油量の少いこと、該シリンダで起動を行うこと等が考えられるが、又該シリンダの有孔度は大であつたが深さが浅かつたのではないかとの疑問もある。

(5) 助次郎丸による実用試験

本漁船は、前述された助次郎丸で、機関台が改造され、新しく二気筒ダイヤデイゼルが装備された。この第一気筒に供試シリンダを取付け、第二気筒には比較の為に生産工場に於ける摺合運転済の FC 23 鋳鉄製シリンダをそのまゝ使用することにした。尚このシリンダにはクローム鍍金リングを使用した。昭 31. 1. 31 実用試験開始以来、機関は順調に運転され、昭 31. 11. 11 1, 667 時間後にはシリンダ内径計測を行い、ピストンリングを交換した。その後、昭 31. 11. 29 1, 766 時間後の報告の際、第二気筒の始動が悪くなつた、又昭 31. 12. 30、2, 033 時間後には潤滑油消費が増加したとの報告をうけた。昭 32. 4. 24、2,828 時間後、燃焼状態を揃えるのに困難になつたというので第二気筒を取外し、別のクローム鍍金シリンダを取付けて実用試験を継続することにした。この時第一気筒は異常なかつた。その後両シリンダ共運転状態は良好である。第二気筒として取付けた供試シリンダについては、稼動を始めてから未だ一年足らずで充分の資料を得ていないので次の機会に報告する。

この第一気筒（クローム鍍金）は陸上で 320 時間運転済みのものであるが、尚頭初摩耗が多く漸次減少した。これは陸上試験前の有孔度が 45% で稍多すぎ、脆弱な層が残つていた為と思われる。1,667 時間以後、第二気筒（鋳鉄）の第 1 リング上死点位置の摩耗は急激に低下し、下部リング上死点位置の摩耗が増加した。今迄のクローム鍍金シリンダの平均摩耗率は $^{1\cdot3}/_{100}$ mm/1,000 hr、鋳鉄シリンダは $^{12\cdot7}/_{100}$ mm/1,000 hr で、この比は略 1：10 である。

又上記の如く、鍍金シリンダと非鍍金シリンダとの燃焼状態等の差異が生じて、調整も困難になつた時の両シリンダの摩耗量は、$^{5\cdot1}/_{100}$ mm 及び $^{35\cdot8}/_{100}$ mm で、この差は僅かなものである。この僅少の差が性能に及ぼす影響の甚大なのに一驚し、シリンダ摩耗防止の重要性を一層肝に銘じた次第である。

尚非鍍金シリンダの摩耗率は、ピストンリングのクローム鍍金の有無が非常に影響するが、案外リングのクローム鍍金層は寿命が短く、又漁船では適切にリングを交換することが困難であるから、非鍍金シリンダの摩耗率は上記の値より多いと思われる。

(6) 長盛丸による実用試験（第二回）

本漁船による第一回実用試験に引続き、新シリンダ（水玉模様、(3)網代屋丸と同種のもの）を取付けて、昭 31.2.16 より第二回実用試験を開始した。爾来運転状態は良好で、又この間 2 回シリンダ点検計測、リング交換を行つたが、シリンダ類の異常は認められていない。

シリンダの平均摩耗率は $^{1\cdot4}/_{100}$ mm/1,000 hr で、シリンダ及びリングの摩耗率は頭初より僅か低下する傾向を現わしている。水玉模様の凹み以外の浅いポーラス層は、第 1 〜第 4 リング上死点位置で殆ど消失していた。尚実験継続中である。

4. 実験成績の検討

以上の諸実験成績中から、A 重油を使用しているクローム鍍金シリンダで、ポーラス層が健在であると思われる期間のシリンダ摩耗率を抽出すると、又五郎丸では 1.1 及び 1.0、助次郎丸では 0.8、長盛丸（第二回）では 1.2 となり、平均 $^{1\cdot0}/_{100}$ mm/1,000 hr である。而して運転時間と共に摩耗率の増大する傾向のものと、減少する傾向のものとあるが、前者は有孔度が時間と共に減少する為であり、又後者は主に有孔度の過剰、或は仕上不良等に基因する初期摩耗期のものであつて、何れは時間と共に前者の道を行くことになる。従つて一層永続性のある油保持性を与える方法の研究が望ましい。

又上記各実用試験成績から、A 重油を使うポーラス・クローム鍍金シリンダの長時間にわたる平均摩耗率は $^{1\cdot4}/_{100}$ mm/1,000 hr と認められる。之に対し、同一条件のもとで使用される非鍍金シリンダ（クローム鍍金リング使用）の摩耗率は、前述の如く $^{12\cdot7}/_{100}$ mm/1,000 hr 位である。

ピストンリングの計測値及び摩耗率は、第 1 リングについて第 3 表に示し、重量、高さ（B）、厚さ（T）の摩耗経過を第 5〜7 図に示した。非鍍金シリンダではクローム鍍金リングを使用するので、その摩耗の少いことは勿論である。又鍍金シリンダの場合は、その有孔度の大小、仕上の程度等により大きく影響されて、広範囲の値をとるので、今の所リングの摩耗率を想定することは困難である。

第3表 第1ピストンリング計測値

重量……単位：gr 高さ(B) {基準：5 mm 単位：$^1/_{100}$ mm} 厚さ(T) {基準：4.5 mm 単位：$^1/_{100}$ mm}

(1) 長盛丸（第一回）

	重量	高さ (B)	厚さ (T)	
実用運転前	53.01	−1.6	+3.9	
4,965 hr 後	43.35	−50.4	−44.0	
差	9.66	48.8	47.9	
	52.59	−1.8	+2.8	リング交換
5,732 hr 後	51.84	−5.2	−2.0	
差	0.75	3.4	4.8	
	51.00	−2.5	−4.9	リング交換
7,060 hr 後	49.08	−12.4	−16.2	
差	1.92	9.9	11.3	
実用試験 1,000 hr 当り平均摩耗率	1.75	8.8	9.1	

(2) 池田丸

	重量	高さ (B)	厚さ (T)	
実用試験前	51.97	−2.9	+0.3	
1,848 hr 後	42.79	−34.7	−55.7	
差	9.18	31.8	56.0	
	52.39	−3.2	+1.3	リング交換
4,532 hr 後	38.80	−58.3	−81.3	
差	13.59	55.1	82.6	
実用試験 1,000 hr 当り平均摩耗率	5.02	19.2	30.6	

註：実用試験 4,532 時間以後のリング計測は出来ず。

(3) 網代屋丸

	重量	高さ (B)	厚さ (T)	
実用試験前	51.41	−4.2	−4.5	
1,140 hr 後	46.80	−32.2	−25.3	
差	4.61	28.0	20.8	
	52.46	−1.8	+5.7	リング交換
3,242 hr 後	46.31	−26.7	−28.9	
差	6.15	24.9	34.6	

	52.36	−2.2	−0.7	リング交換
3,422 hr 後	51.28	−10.4	−3.7	
差	1.08	8.2	3.0	
5,025 hr 後	44.49	−59.9	−24.1	
差	6.79	49.5	20.4	
	52.49	−2.3	+1.9	リング交換
6,428 hr 後	42.74	−79.3	−20.6	
差	9.75	77.0	22.5	
実用試験 1,000 hr 当り平均摩耗率	4.42	29.2	15.8	

(4) 又五郎丸

	第一気筒			第二気筒			
	重量	高さ(B)	厚さ(T)	重量	高さ(B)	厚さ(T)	
2,508 hr 後	52.92	−1.5	+3.7	51.49	−2.2	−6.4	リング交換
4,085 hr 後	50.27	−9.6	−15.3	49.27	−8.0	−24.0	
差	2.65	8.1	19.0	2.22	5.8	17.6	
	52.11	−1.7	−2.6	51.82	−2.2	−5.9	リング交換
6,477 hr 後	48.20	−15.9	−53.0	48.56	−10.4	−56.0	
差	3.91	14.2	50.4	3.26	8.2	50.1	
実用試験 1,000 hr 当り平均摩耗率	1.65	5.6	17.5	1.38	3.5	17.1	

註：実用試験 2,508 hr 以前のリング計測せず。

(5) 助次郎丸

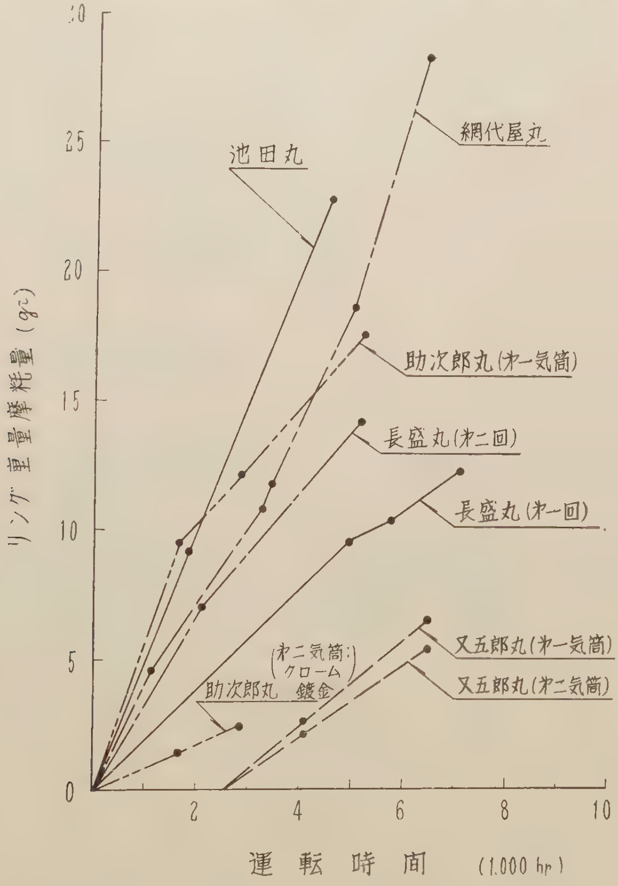
	第一気筒			第二気筒			
	重量	高さ(B)	厚さ(T)	重量	高さ(B)	厚さ(T)	
実用試験前	52.86	−1.9	+2.1	53.08	−1.7	+2.4	
1,667 hr 後	43.26	−15.4	−68.0	51.61	−10.8	−3.6	
差	9.60	13.4	70.1	1.47	9.1	6.0	
	52.52	−1.5	−1.5	52.06	−1.9	−0.6	リング交換
2,828 hr 後	50.00	−6.5	−21.0	51.26	−7.2	−3.4	
差	2.52	5.0	19.5	0.80	5.3	2.8	
	52.05	−2.0	−5.0				リング交換
5,199 hr 後	46.54	−16.1	−41.0				
差	5.51	14.1	36.0				

実用試験 1,000 hr 当り 平均摩耗率	3.39	6.3	24.2	0.80	5.1	3.1

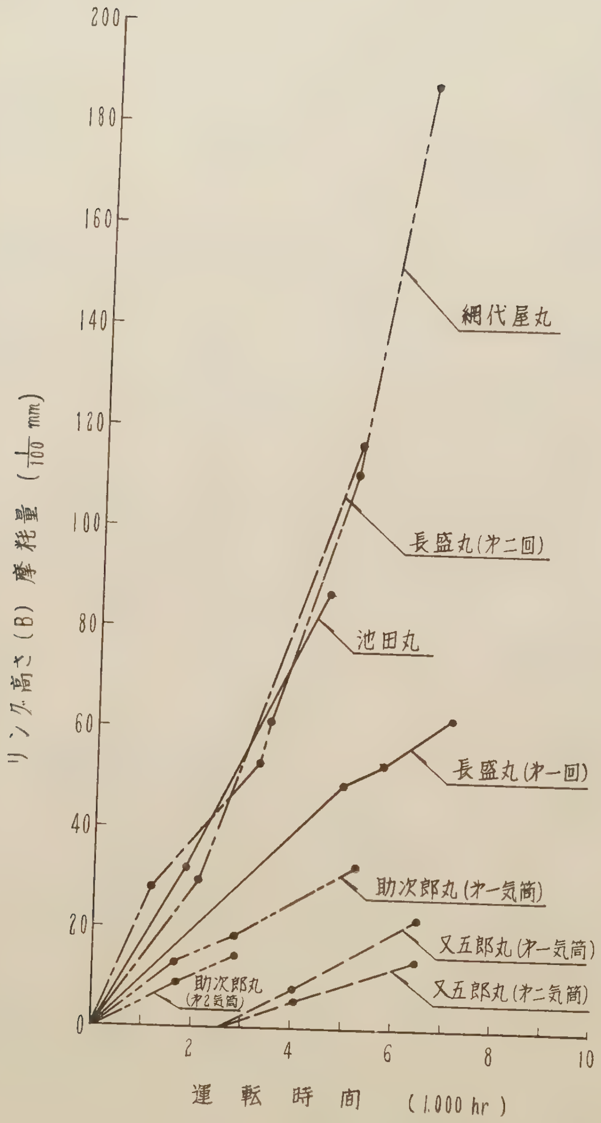
註：第二気筒は鋳鉄製で、クローム鍍金リングを使用し、実用試験 2,828 時間にて実験終了。

(6) 長　盛　丸　(第二回)

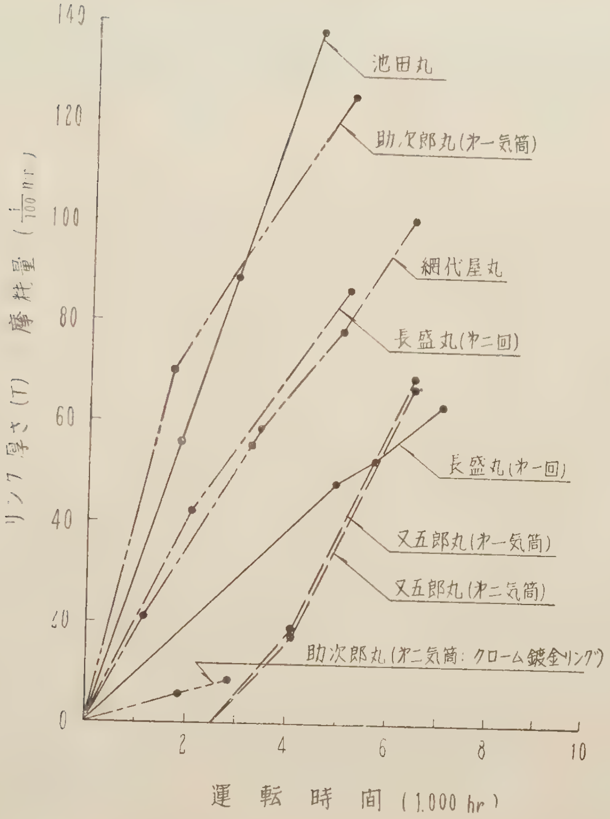
	重　量	高さ (B)	厚さ (T)	
実用試験前	51.74	−1.8	−2.7	
2,075 hr 後	44.62	−31.3	−45.0	
差	7.12	29.5	42.3	
	52.27	−1.5	−3.3	リング交換
5,123 hr 後	45.08	−88.4	−48.0	
差	7.19	86.9	44.7	
実用試験 1,000 hr 当り 平均摩耗率	2.79	22.7	17.0	



第5図　第1リング重量摩耗経過



第 6 図　第1リング高さ (B) 摩耗経過



第 7 図　第1リング厚さ (T) 摩耗経過

5. 結　　果

本実験から次のことが云えると思う。

1. クローム鍍金シリンダは初期摩耗期を過ぎると、当初より摩耗が少くなるが、或る程度摩耗してポーラス層の消失部が拡大すると、又摩耗が多くなる。
2. 長時間にわたるポーラス・クローム鍍金シリンダの摩耗率は、平均約 1.4/100 mm/1,000 hr である。又本実験の使用条件では、ポーラス層が健在である期間の摩耗率は 0.8～1.2/100 mm/1,000 hr 程度で、FC 23 鋳鉄製シリンダ 12.7/100 mm/1,000 hr の約 1/10 である。
3. クローム鍍金シリンダの有孔度は 15～35% で上記の性能を現わす。
4. 最も摩耗の多かつたクローム鍍金シリンダで、摩耗率は 3.5/100 mm/1,000 hr、寿命は FC 23 鋳鉄製シリンダの約 3 倍、約 8,000 時間使用出来た。

6. あ と が き

適当な有孔度をもつポーラス・クローム鍍金シリンダは、ポーラス層が健在である時は優秀な摩耗率を示すが、或る程度摩耗してポーラス層の消失部が拡大すると摩耗が増加する。鍍金

が摩耗して薄くなつた場合でもポーラスが健在であることが望ましい。

終りに、本実験は積極的に協力された各船主の方々、並びにダイヤデイゼル代理店に感謝する次第である。

新型網高さ計、網速度計、H.R. 及び G.R. 張力計とそれらの二艘曳機船底曳網、トロール網での実験結果

葉室親正　石井謙治

Smaller type sensitive net-height self-recorder, self-recording tensionmeter for head and ground rope, net-against-water speedmeter, and the experimental results of these instruments on two boat trawl net and otter trawl net

Chikamasa HAMURO and Kenji ISHII

ABSTRACT

Concerning the efficiency of the thematic three instruments designed and manufactured tentatively in October, 1957, field tests have been conducted on the two boat and otter trawl nets. These instruments have been developed in order to increase the necessary elements measured for analyzing the net-dragging efficiency and it is pointed out that they have become not only much better in accuracy, sensitivity and volume but smaller in shape than traditional instruments.

The following are only the results on two boat trawl net:

1. Smaller type sensitive net-heignt self-recorder:
   - Range measured······ 0 m~8 m
   - Sensitivity······ 0.01 m
   - Accuracy ······ ±2 cm
   - Length ······ 22.5 cm
   - Diameter ······ 8.4 cm
   - Underwater weight ······ 2 kg
2. Self-recording tensionmeter for head and ground rope:
   - Range measured······ { 0~1,000 kg / 0~2,000 ,,
   - Sensitivity······ 5 kg
   - Accuracy ······ ±5 kg
   - Length ······ 18.5 cm
   - Diameter ······ 8.8 cm
   - Underwater weight ······ 2.1 or 3.5 kg
3. Net-against-water speedmeter:
   - Range measured······ 0.5~2.0 m
   - Sensitivity······ 0.01 m
   - Accuracy ······ ±0.025 cm
   - Length ······ 22 cm
   - Diameter ······ 8 cm
   - Underwater weight (meter only) ······ 415 gr
   - Diameter of a "resistance-ball" Against water ······ 10 cm
   - Buoyancy of the resistant ball······ 317 gr

目　　次

まえがき
1. 計測器
　(1) 小型高感度自記網高さ計
　(2) Head Rope 用自記張力計
　　Ground Rope 用自記張力計
　(3) 曳網用網対水速度計
2. 実験の概要
　(1) 期日
　(2) 実験船
　(3) 実験漁場
　(4) 実験に使用した諸計測器並びにその配置の概要
　(5) 使用漁具
3. 記録例
4. 解析
　(1) 網高さの変化
　(2) 漁具の抵抗
　(3) 網の内外の水と網との相対速度
　(4) 魚群探知機記録と漁獲との関係
5. 曳網類の漁獲性能向上のための考察
6. 今次実験による将来えの考想
むすび

まえがき

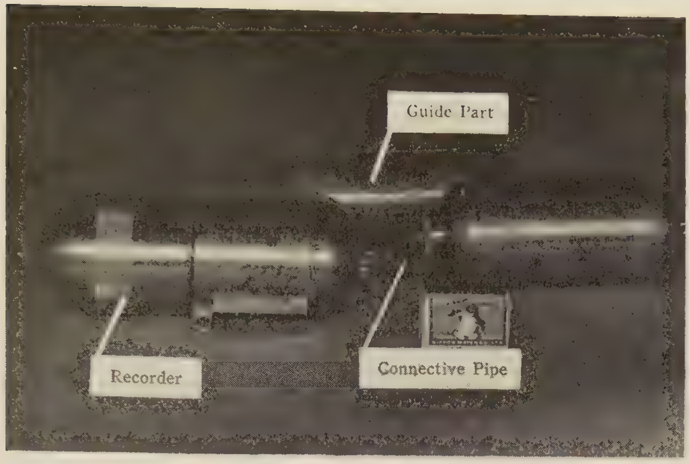
従来当室で漁撈用諸計測器類を考案設計試作し、その都度現場実験を実施して飽迄高い精度を保有し、然も現場で充分使用出来るような耐久性のあるものえと改良改善を重ねて来た。又実際の操業時に漁具に装着して使用するものであるから重量的にも容積的にも軽量小型であつて漁具の性能を計器装着のために変化させるものであつてはならない。是等の諸点からみて従来のものは稍々不満足であつた。以上の観点から今回発表のものは精度の点、軽量小型の点いずれも劃期的なものとした。又底曳網の漁具漁法解明のためには更にその計測諸元を増加させねばならなかつたので、逐次その数を増加し本編に於てはその必要諸元の大部分を満すに足る計測器類を追加した。同時に当研究室の船体研究部門、魚群探知機部門と漁撈計測器部門との三者協同計測実験を昭和32年11月東支那海に於て実施し、底曳網の綜合的な解明実験の端著を作つた。是等の綜合実験の中今回は主としてその一部二艘曳のみを報告し参考に供し度い。トロール網に就ての詳細は次号に発表の予定である。

1. 計測器

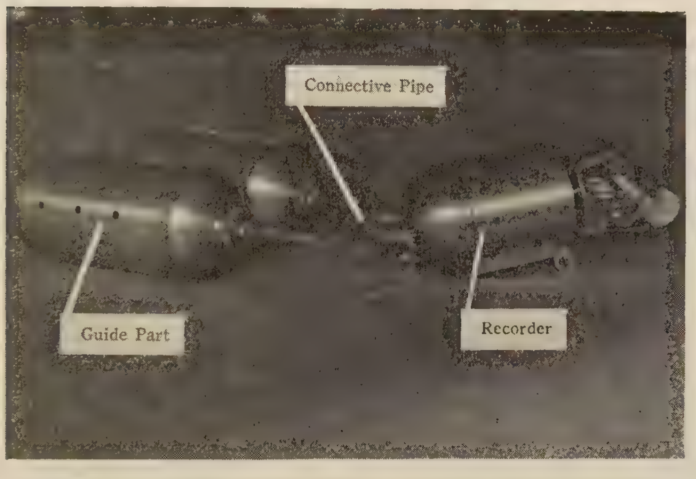
(1) 漁研式小型高感度自記網高さ計（2点同時計測）

イ） 原理及び構造

本器の原理は第3図で示すように一種の差圧計である。即ちⒶ部は薄い膜の袋（ポリエチレ



記 録 器 の 蓋 を し た 処



記 録 器 の 蓋 を と つ た 処

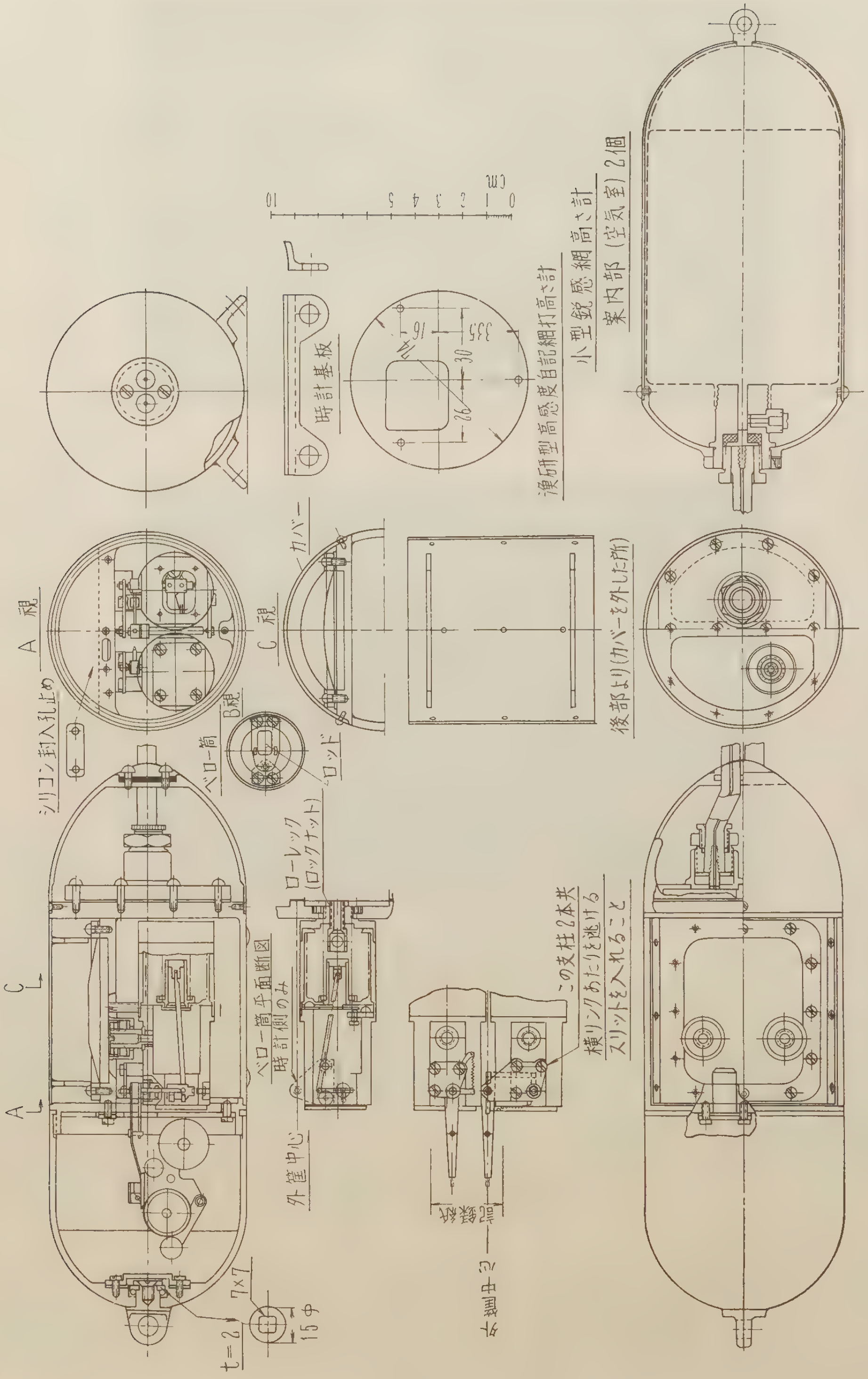
第 1 図　漁研式小型高感度自記網高さ計

ン袋）からなり、その存在水深の水圧 $\rho g h_2$ を受け、袋は縮少して袋及び連絡管 Ⓒ（ビニール管）の内圧は $\rho g h_2$ と等しいものとなる。又 Ⓑ 部は下面の孔からその存在する水圧 $\rho g h_1$ を受けベローズ外部の油圧もそれに等しくなる。連絡管 Ⓒ からの $\rho g h_2$ はベローズ内部の油圧となり、両者の相関々係からベローズは縮む。

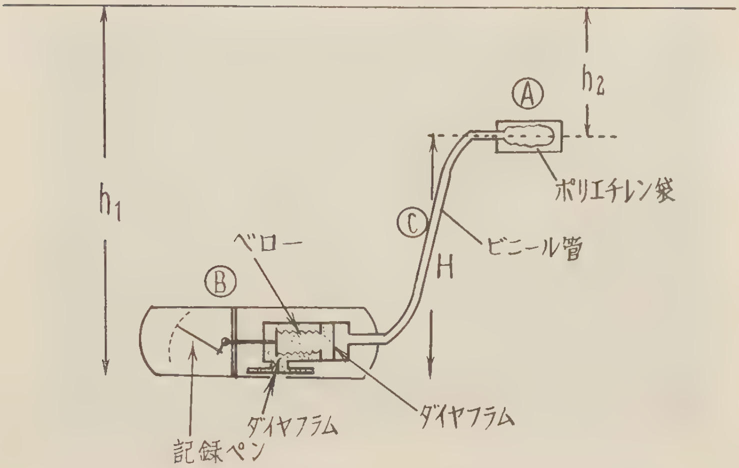
$$\rho g H = \rho g h_1 - \rho g h_2$$
$$H = h_1 - h_2$$

H は計測せんとする高さである。このベローズの縮み運動を槓とリンク装置により拡大して記録ペンに伝え所要の記録紙に記録させる。

ポリエチレン袋及び連絡管は大気圧で閉されてある。温度変化はポリエチレン袋の伸縮によつて吸収され全く記録誤差となつては現われない。



第2図 漁研式小型高感度自記網高さ計設計図



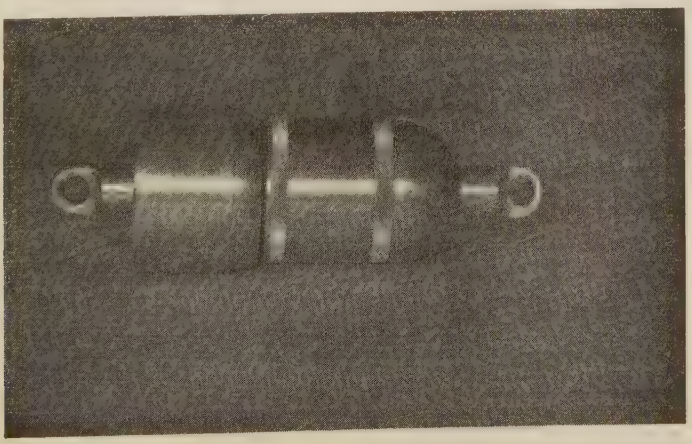
第3図　原　理　図

ロ）　要

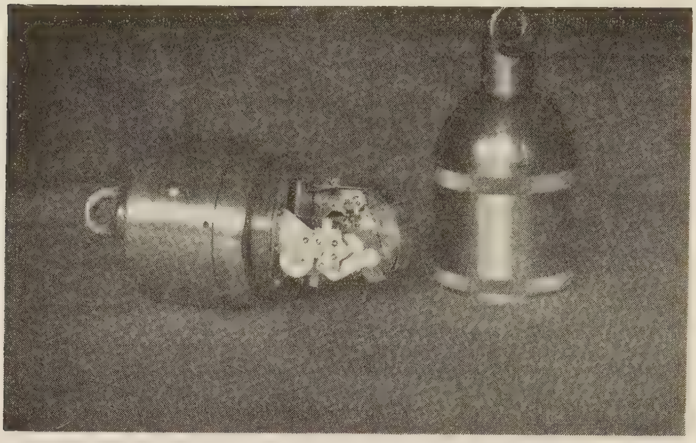
① 縦長 22.5 cm　直径 8.4 cm
② 空中重量 3.05 kg　水中重量 2.08 kg
③ 外筐は砲金クローム鍍金仕上
④ 感度 2 cm
⑤ 精度 ±2 cm
⑥ 記録範囲　2点同時計測　0～8 m
⑦ 記録紙並びにその送り速度　アスカニヤ記録紙　紙幅 25 mm　送り速度 1mm/min
⑧ 24 時間以上連続記録
⑨ 耐圧性能　500 m 水深に耐える

(2) 漁研式 Head Rope 用自記張力計

イ）　原理及び構造



蓋をした処



蓋を外した処

第4図 H.R. (G.R.) 用自記張力計

第4図に示したのがその外観であり、第5図がその設計図である。張力をダイヤフラム（液体封入）に受けそのダイヤフラム内圧をブルドン管に伝達し、その変位をリンク装置によつて拡大記録させるものである。

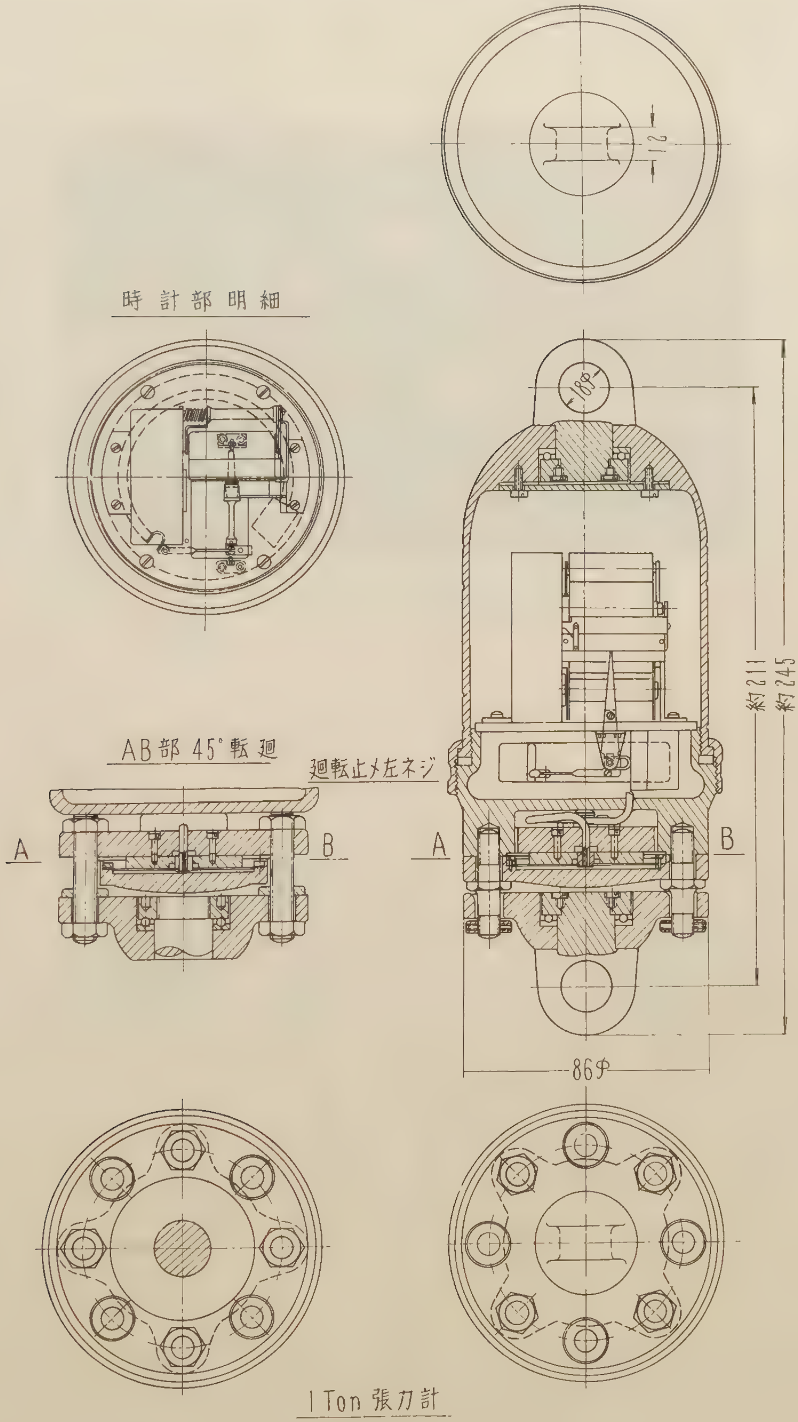
ロ) 要　目

Head Rope 用自記張力計

① 縦長 29.5 cm（含リング） 直径 9.6 cm
② 空中重量 2.8 kg　水中重量 2.1 kg
③ 筐体の材料はヒドロナリューム
④ 計測範囲 0～1.000 kg
⑤ 感度 5 kg
⑥ 精度 ±5 kg
⑦ 記録紙並びにその送り速度 アスカニヤ記録紙 紙幅 25 mm 送り速度 1mm/min
⑧ 24 時間以上連続記録
⑨ 耐圧性能 500 m 水深に耐え得る

Ground Rope 用自記張力計

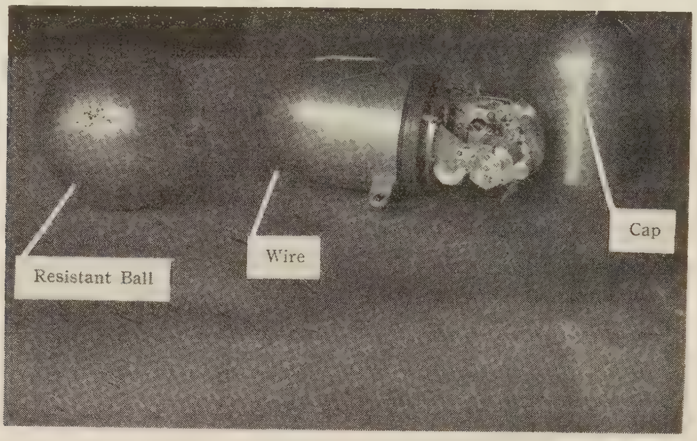
① 縦長 29.5 cm（含リング） 直径 8.8 cm
② 空中重量 4.55 kg　水中重量 3.52 kg
③ 筐体の材料は砲金のクローム鍍金仕上げ
④ 計測範囲 0～2,000 kg
⑤ 感度 5 kg
⑥ 精度 ±10 kg
⑦, ⑧ は H.R. 用自記張力計に同じ
⑨ 耐圧性能 700 m 水深に耐え得る



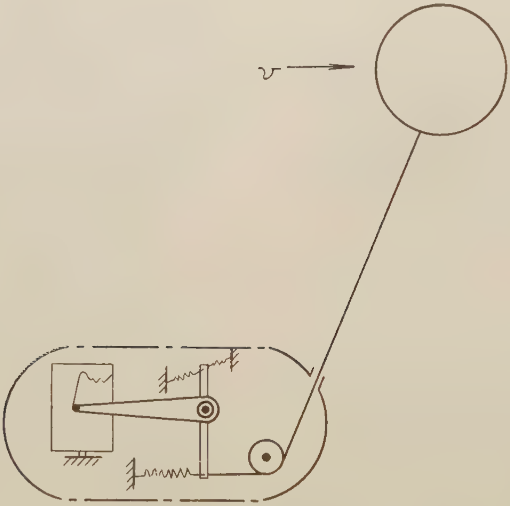
第5図　漁研式 H.R.（G.R.）用自記張力計設計図

(3) 曳網用網対水速度計

イ) 原理及び構造

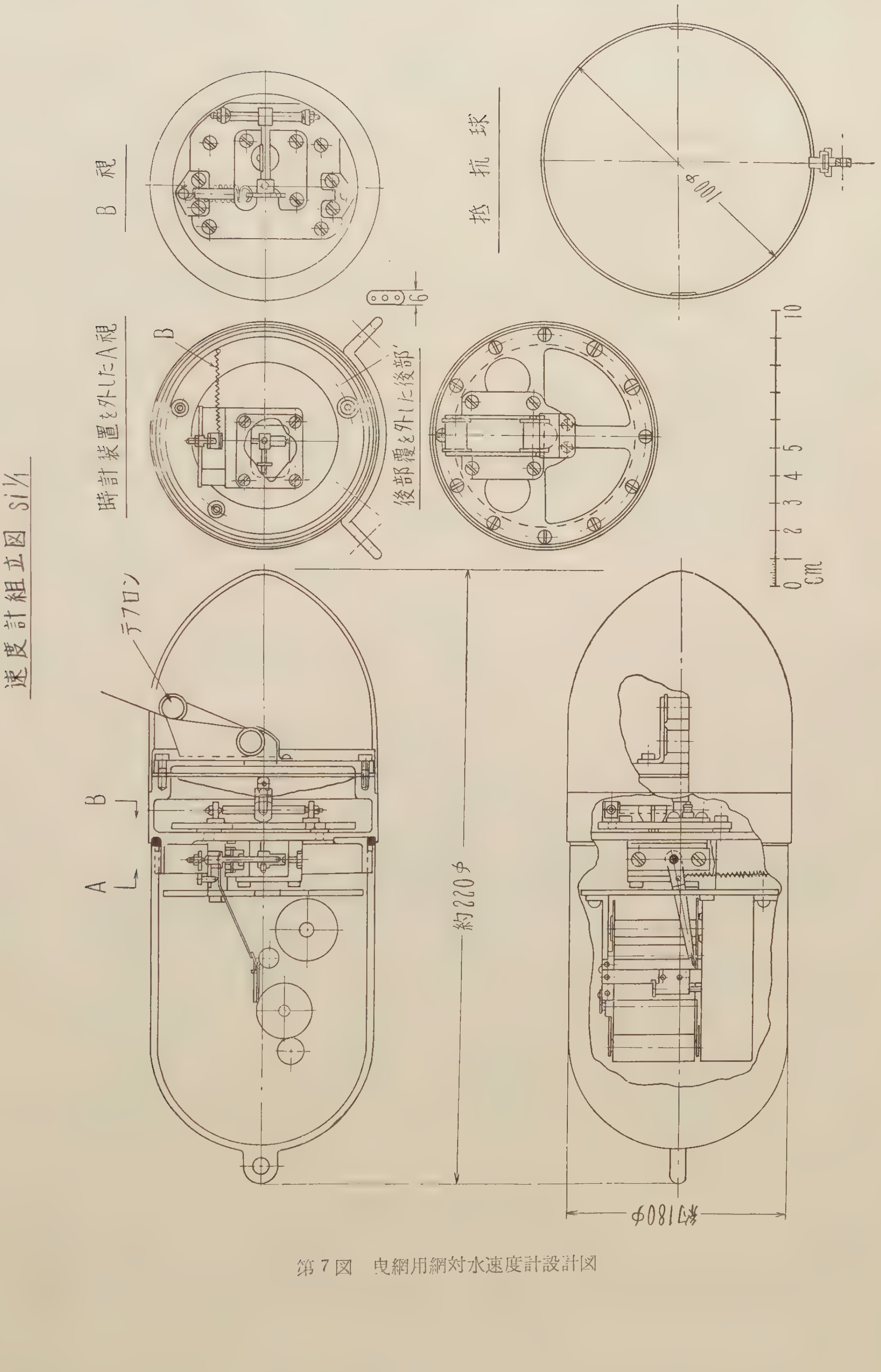


第6図 曳網用網対水速度計



第8図 網対水速度計設計図

上図に示すように球体の抵抗を利用した一種の抵抗式速度計で、速度変化による球体の抵抗変化を速度に比例する変位として取出し、自記せしめるようにしたものである。



第7図　曳網用網対水速度計設計図

ロ） 要　旨

① 縦長 22 cm　直径 8 cm

② 空中重量 1.15 kg　水中重量 0.415 kg

③ 外筐はヒドロナリューム　抵抗球は砲金製

④ 感度 0.01 m/s

⑤ 精度 ±0.025 m/s

⑤ 記録範囲 0.5 m/sec～2.0 m/sec

⑦，⑧，⑨　は前項計器に同じ

2. 実 験 の 概 要

(1) 期日　　自　昭和32年10月7日

　　　　　　至　〃 〃　〃　27日

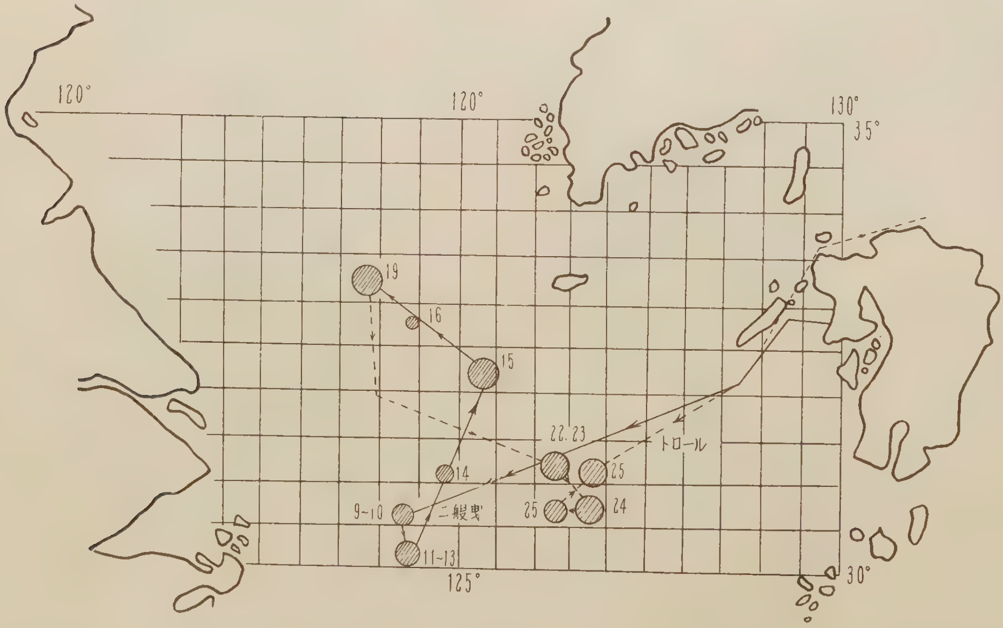
② 実 験 船　矢上丸，田上丸　二艘曳機船底曳漁船

　　　　　　G.T. 98 屯　　260 馬力ディーゼル

　　　　　天草丸　　　　　トロール漁船

　　　　　　G.T. 270 屯　　480 馬力蒸気機関

(3) 実 験 場



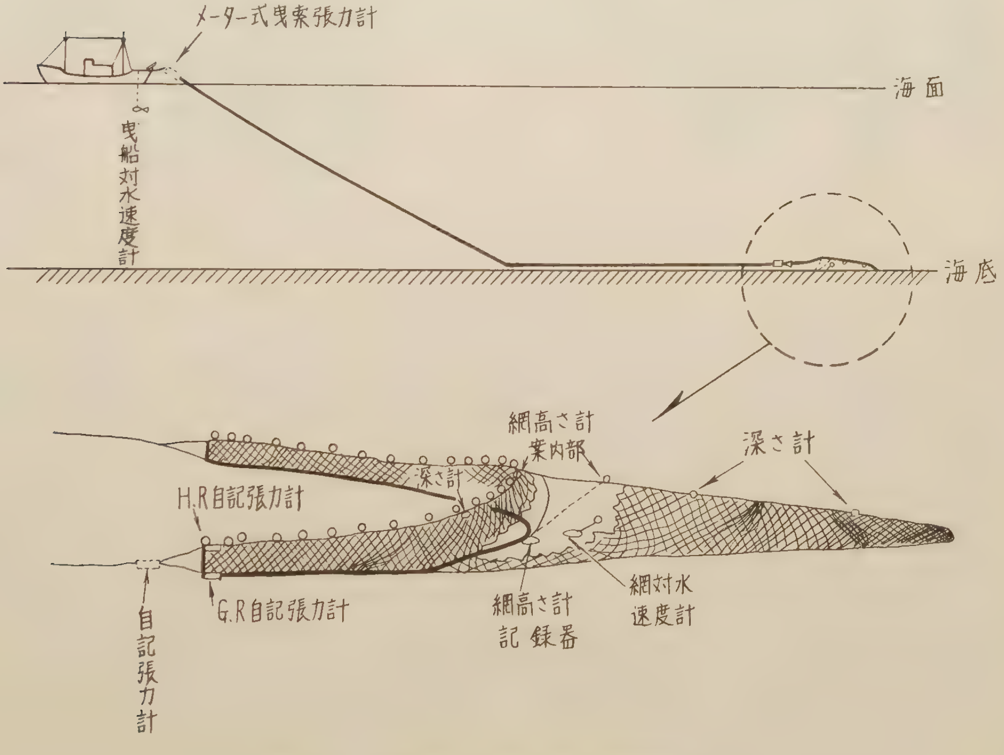
第9図　航跡図並びに実験漁場

第9図に示すように10月7日矢上（田上）丸に便乗，長崎港を出港して10月9日から19日迄二艘曳機船底曳網の綜合実験をなし、21日に天草丸に転乗22日から25日迄トロール網の綜

合実験を同様実施、同月 27 日戸畑港に入港した。海況は至極平穏な場合から相当（風速 20 m/sec 以上）の時化迄の割合変化のある状況であつた。

(4) 実験に使用した諸計測器並びにその配置の概略

イ)	漁研式小型高感度自記網高さ計	3 台
ロ)	漁研式鮪延縄（巾着網）用深さ計	3 台
ハ)	漁研式鮪延縄用水温計	1 台
ニ)	漁研式 H.R. 用自記張力計	1 台
ホ)	〃 G.R. 〃 〃	1 台
ヘ)	漁研式自記網対水速度計	1 台
ト)	漁研式曳索張力計	1 台
チ)	〃 曳船対水速度計	1 台



第 10 図　手繰網えの諸計測器の装着要領図

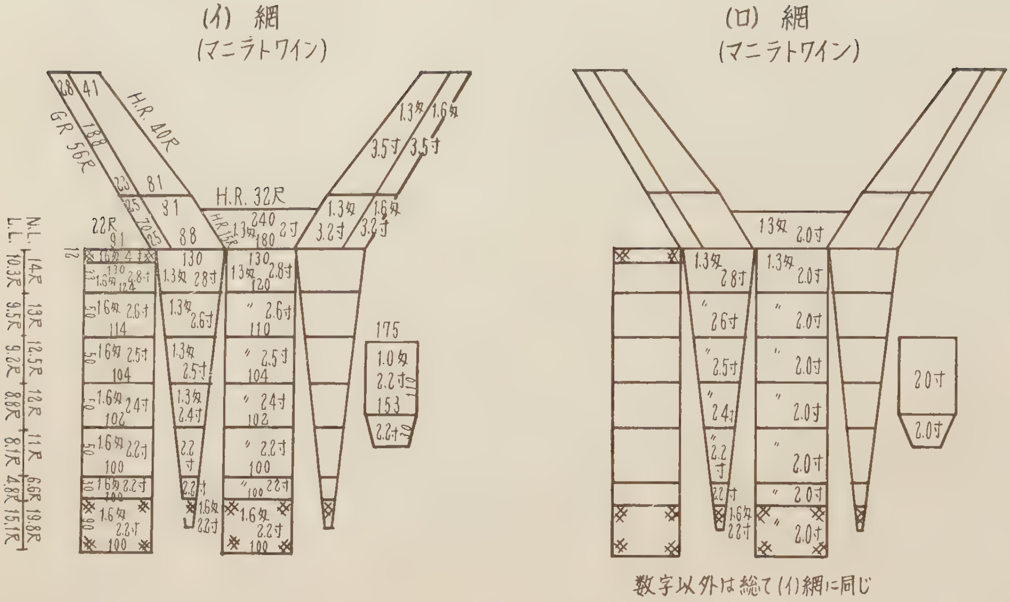
(5) 使 用 漁 具 （二艘曳機船底曳網のみ）

イ) 曳　索

6 分経ワイヤー　485 m

45 mm 経ワイヤー蕊入りマニラホーサー　303 m

ロ) 網漁具

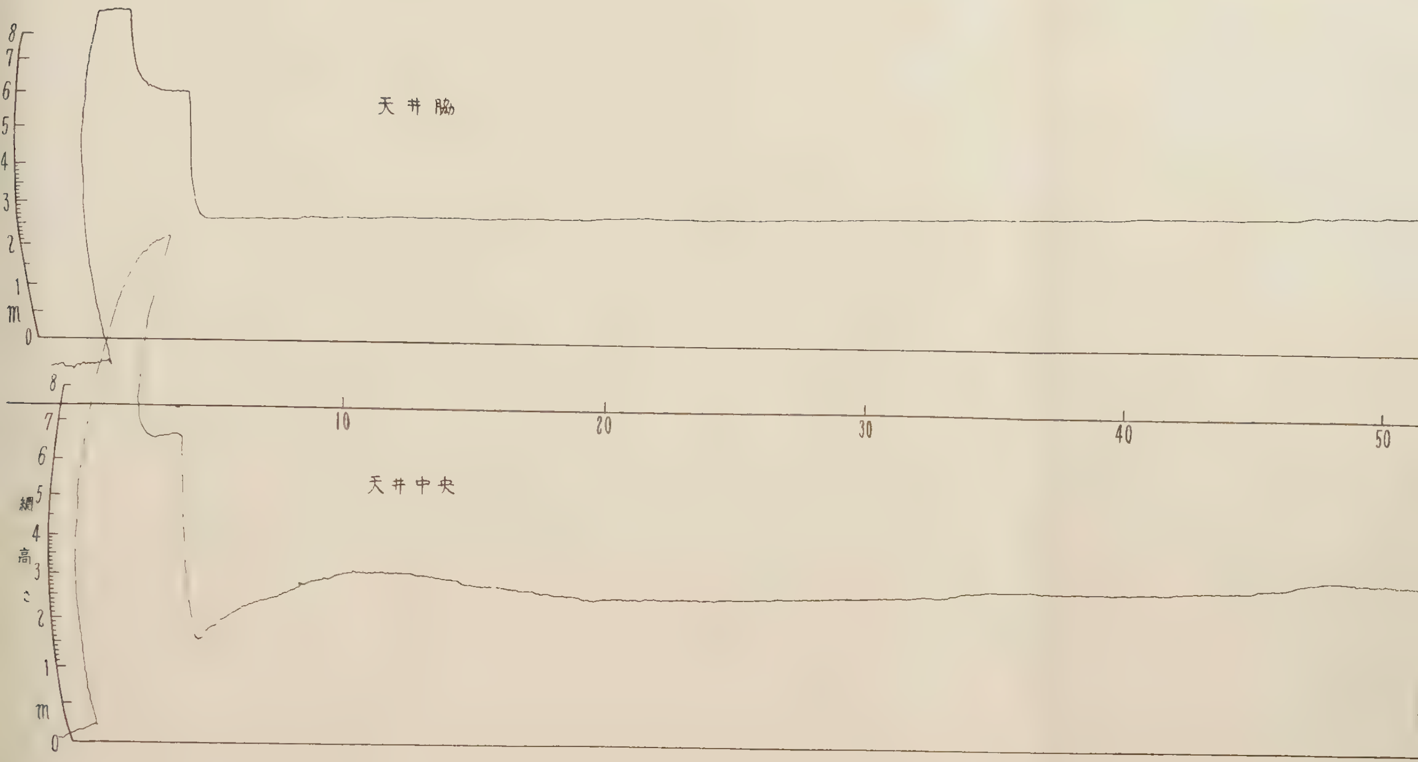


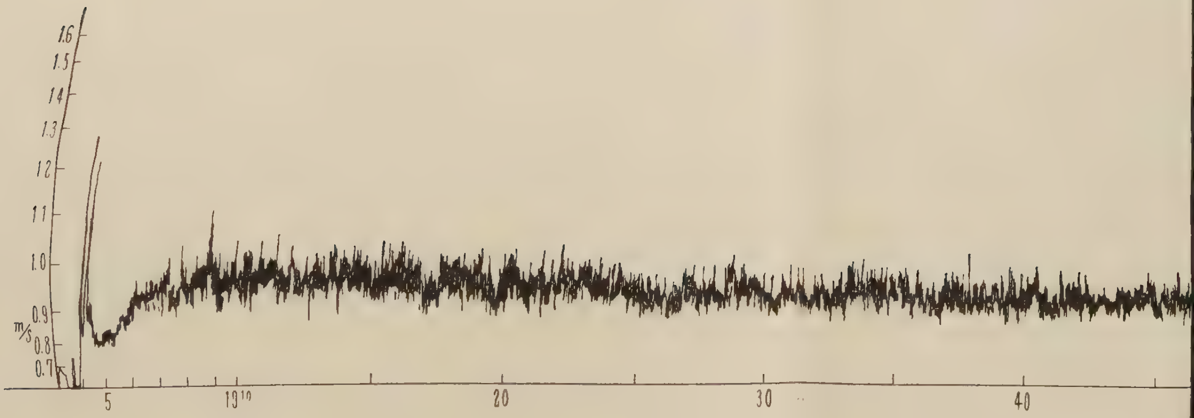
第 11 図

4. 解　　　析

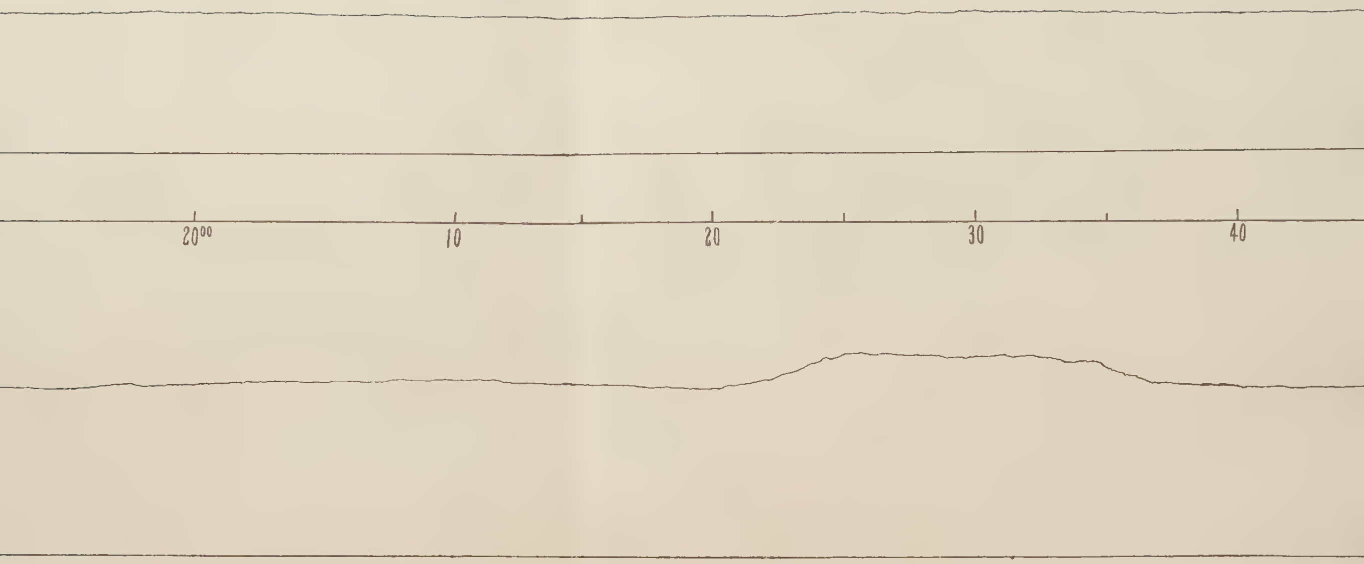
本報告は充分に解析する時間が不足であり又計測記録も必しも充分に数多くとれなかつたので33年秋実施予定の現場実験を更に加えて技報第14号で詳報する事として、今回は一部二艘曳きに就いての大要を報告するに留めて置く。

第15図に示したのは第11図の (ロ) 網を計測した場合のグラフである。この網は図示するように上、下網と左、右網とがその相対位置の網地の目合を違えた網漁具である。第 12, 13, 14 図は第15図の諸記録の写しである。第16図は128尺のトロール網を計測した場合の諸記録値のグラフである。即ち前者の網漁具は筆者が技報第10号で提唱した網中の水流速を可及的に低下させず、然も水流による抵抗で網高さも増大させると云う一見相矛盾するかのような構成の網(以上の主旨を入れ日水長崎支社で試作したもの)である。過去から現在迄の手繰網の重大欠点と考えられる脇網各部の目合が上網対称部位の目合と同一である点(網中の水を出来るだけ外によくはけさせるためには脇網からするのが理想であるとの考え方又脇網に抵抗を持たせると勢い上網の高さが低くなる)を改良し上網の目合より脇網の目合を大きくし、網中の流速の低下を防ぎ上網の増高の妨害にならぬようにその側面的彎曲度合を少くするような網である。網内外の流速の落差(実際には網が動いて生ずる網内外の対水速度の差)が可及的に少い方が魚の入網を良好ならしめるであろうとの考え方である。是等の網を使用し種々操業条件を変えて如何に網成り及び網各部の力学的条件が変化するか、又その網の設計が良好であるか不良であるか、若し不良ならば如何なる点であるかを解析し、併せてその網の最も良好な操業条件は如何なるものであるかに就て総括的に述べてみる。前掲の図表でも示すように先ず曳船間隔を

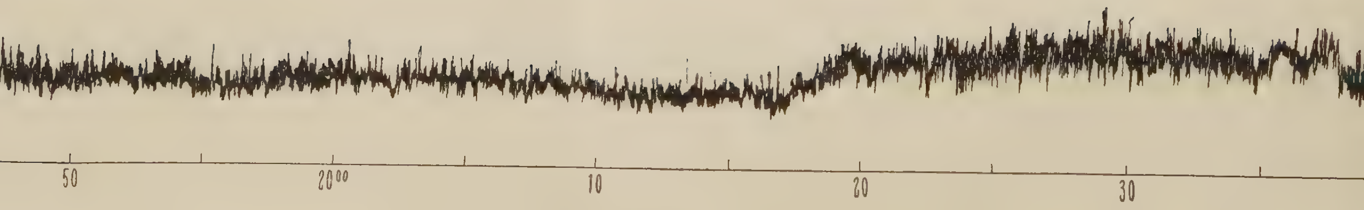

天井脇
天井中央
m
10
20
30
40
50


m/s
5
20
30
40

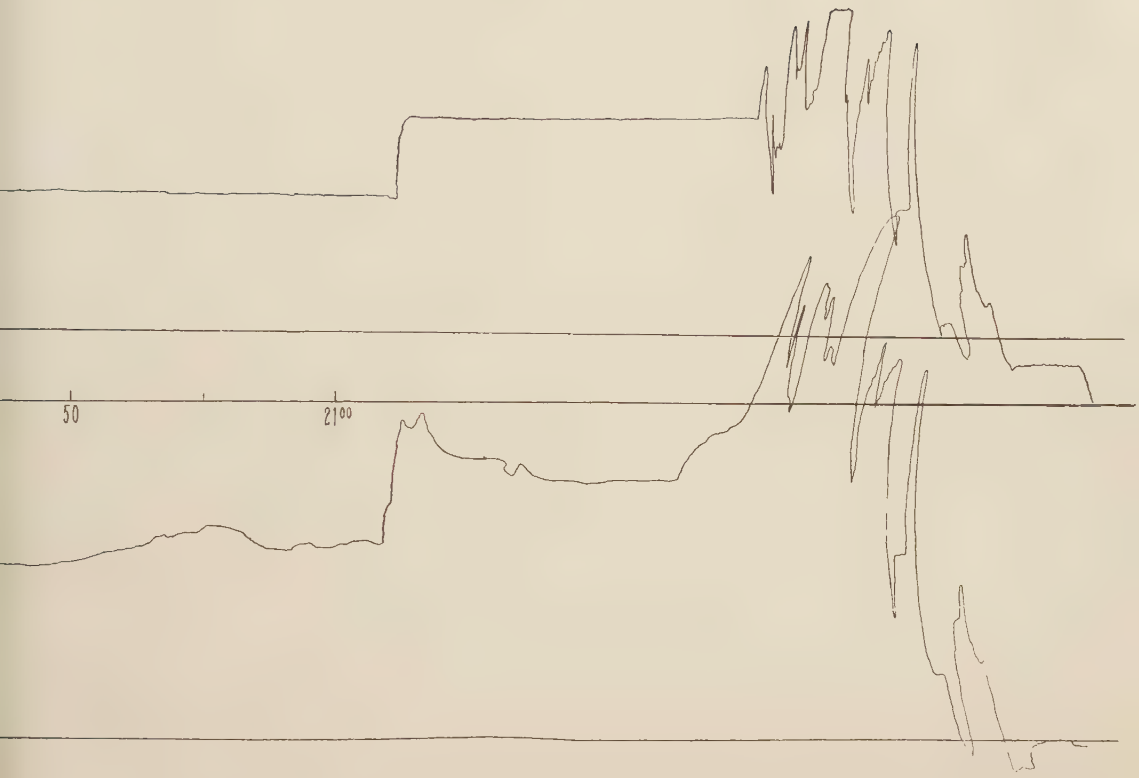
3. 記　　録　　例

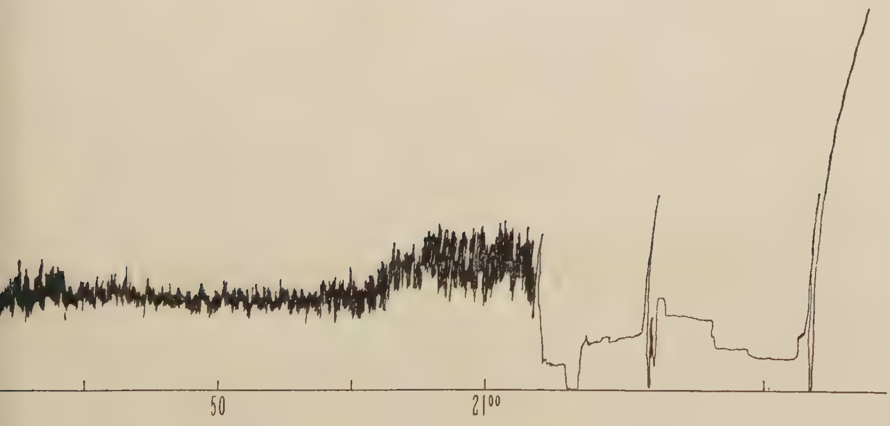


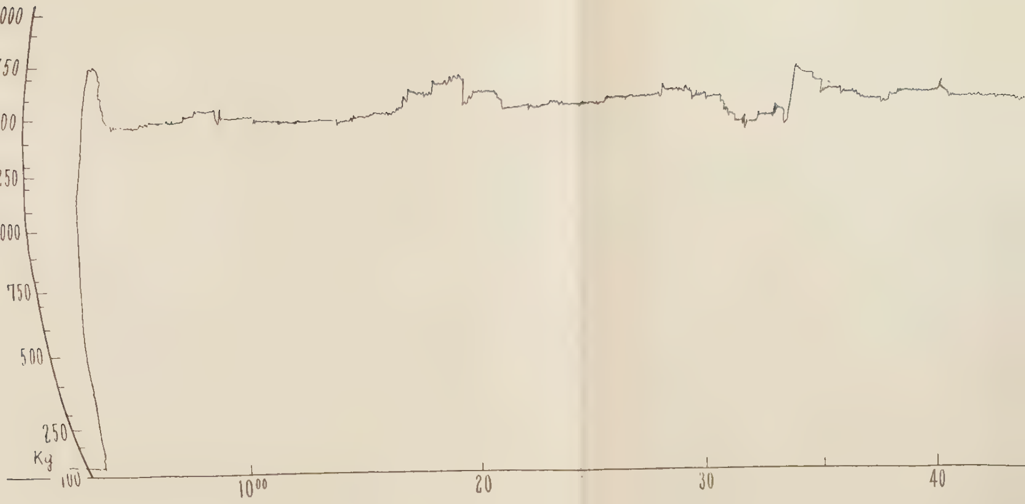
第 12 図　高さ計記録

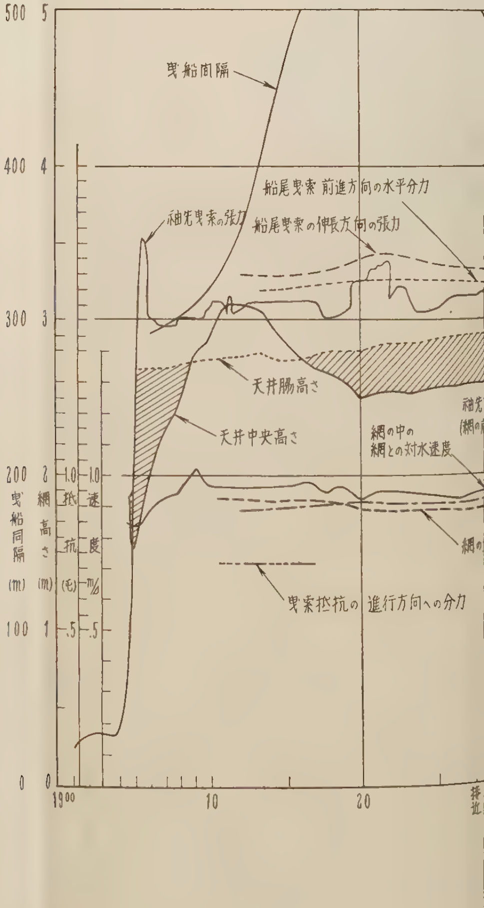


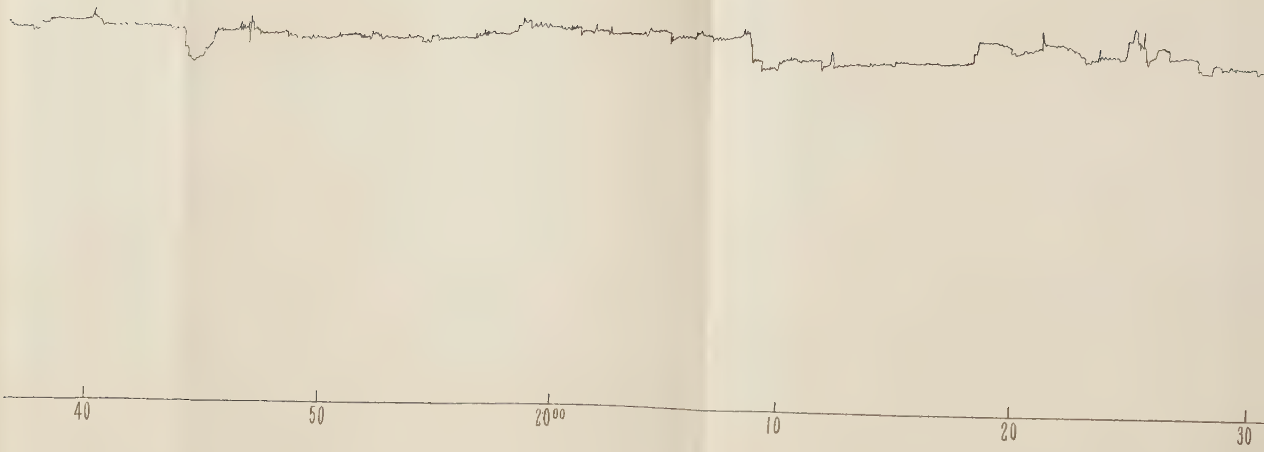
第 13 図　網対水速度計記録（網中）


50
21⁰⁰

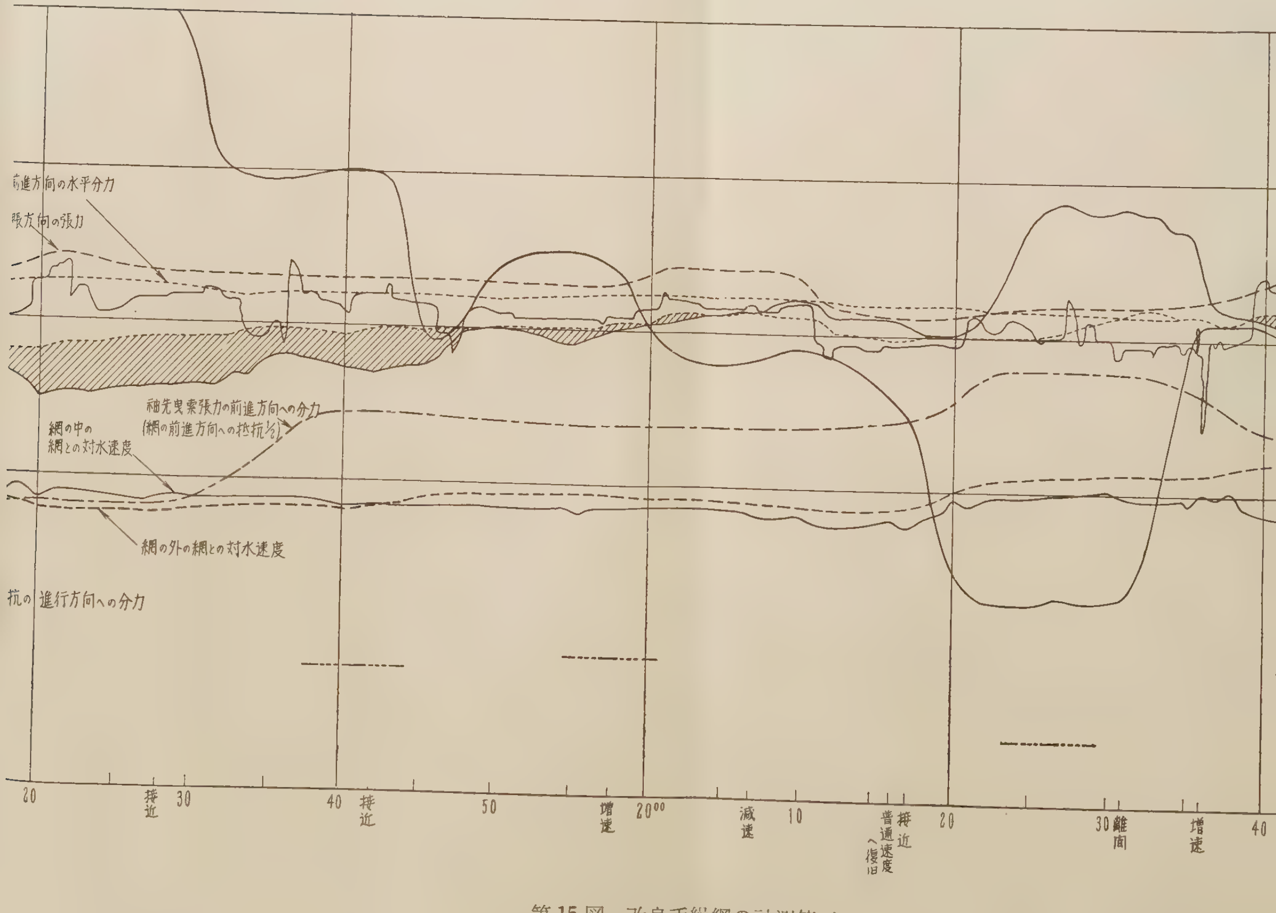

50
21⁰⁰


2000
1750
1500
1250
1000
750
500
250
Kg
10⁰⁰
20
30
40

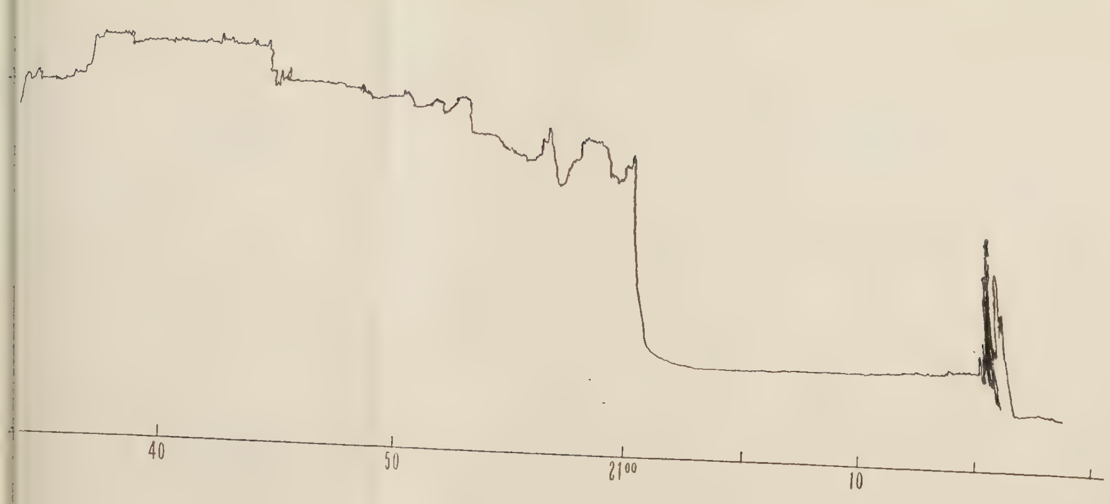

曳船間隔
船尾曳索 前進方向の水平分力
船尾曳索の伸長方向の張力
袖先曳索の張力
天井腸高さ
天井中央高さ
網の中の
網との対水速度
曳索抵抗の 進行方向への分力
曳船間隔 (m)
網高さ (m)
抵抗
速度
19⁰⁰
10
20

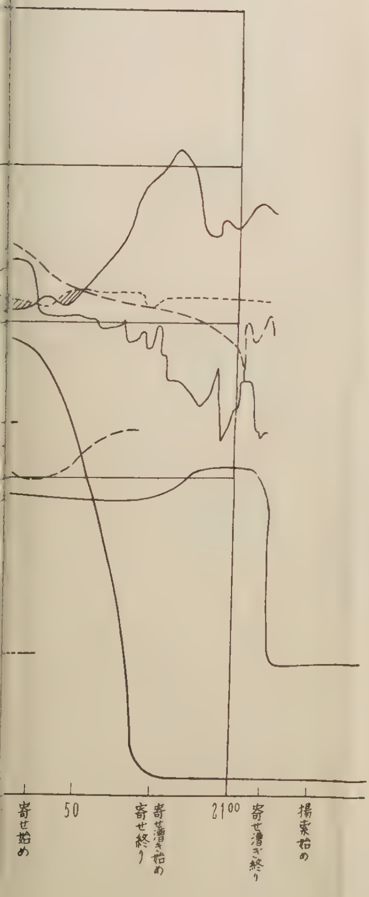


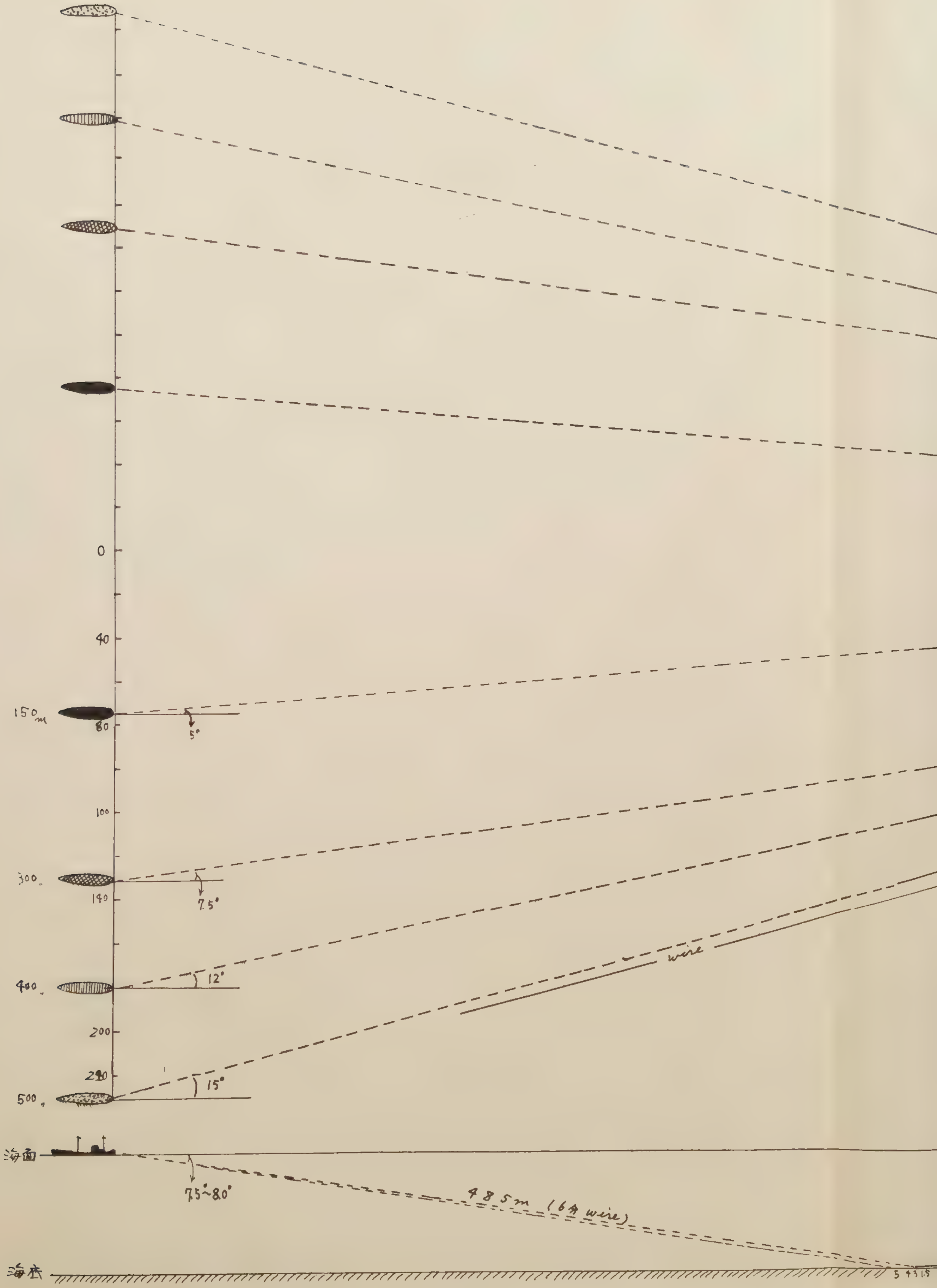
第 14 図　自記張力計記録（二艘曳網の袖先での張力）



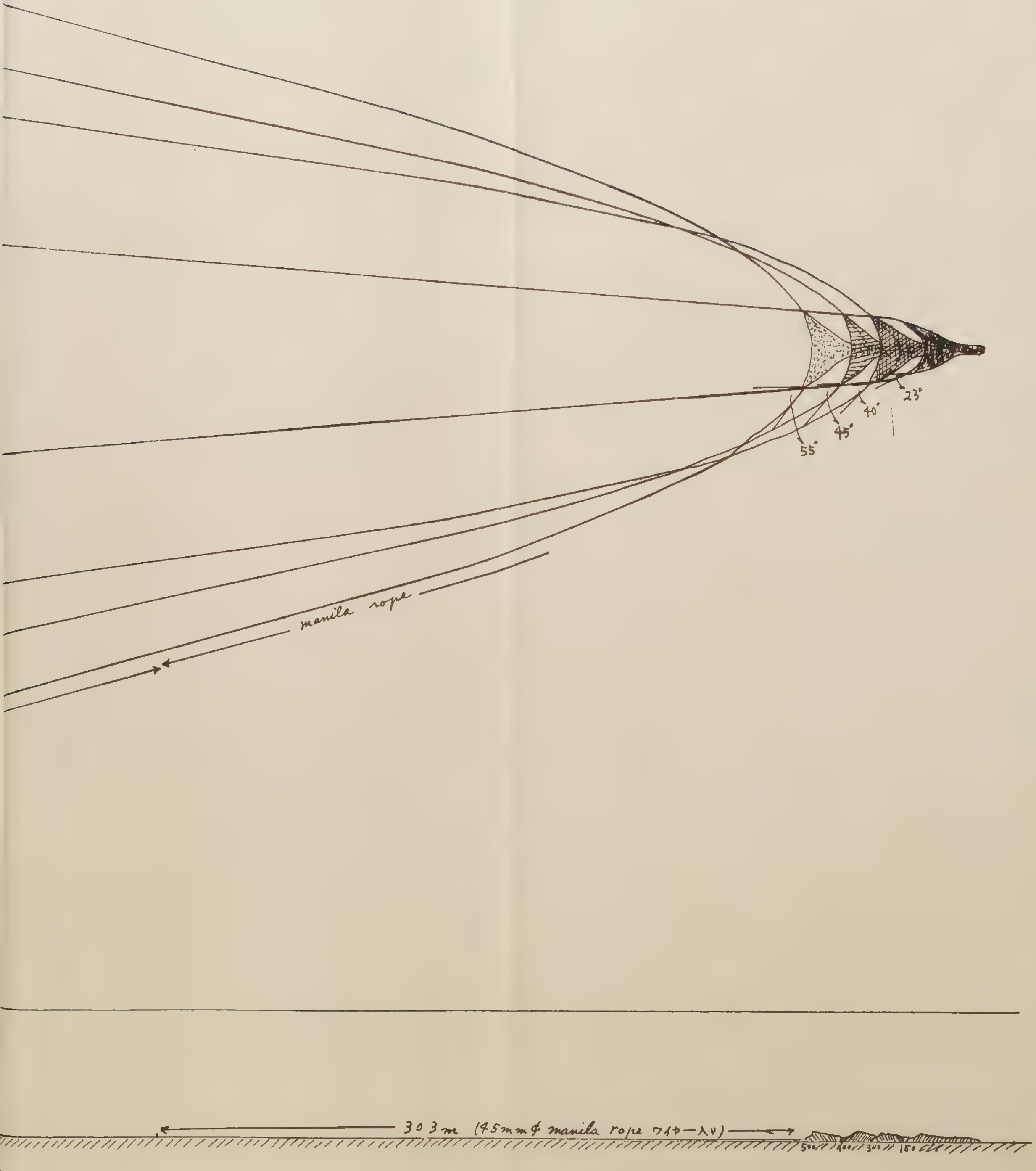
第 15 図　改良手繰網の計測値グラフ


40
50
21⁰⁰
10


寄せ始め
50
寄せ終り
寄せ漕ぎ始め
21⁰⁰
寄せ漕ぎ終り
揚索始め


0
40
150m
80
5°
100
300
140
7.5°
400
12°
200
240
15°
500
wire
海面
75~80°
485m (6分 wire)
海底
5 4 3 1.5

第 17


23°
40°
45°
55°
manila rope
303m (45mmφ manila rope

500 m から順次狭ばめてゆき 400, 300, 150m とし、最後に再び 300m に拡げてから「寄せ」「寄せ漕ぎ」「揚索」を実施した。又機関の増減速にも同図下段に示した通りの変化を与えた。

(1) 網高さの変化

第 15 図に示されているように曳船間隔に応じて網高さが変化している。先ずこの網の特徴は当然高くあるべき天井中央部が天井脇部より低くなつている処(斜線部) が再三出ている事である。又その場合は曳船間隔が大体 300 m 以上である。適正な網成りの場合 (白部) は 300 m 以下の曳網時のみである。この事は筆者の経験値から見て甚だ不都合な数値であつて、大体現行の網の最適 (網成りと漁獲能率の点から検討して) な曳船間隔は 350 m 前後である。然もこの場合天井中央部と天井脇部との落差は 1 m 前後である。是等の事から見てこの網の構造に欠点がある事が推察出来る。この理由として考えられる事は、両船間隔が 300 m 以上になると前天井部の上面に水流が当る結果に他ならない。「即ち両船間隔が拡がると H.R. に主として曳網張力がかかり天井中央部を引き下げる結果となる。然し網中の水と網との相対速度は記録上で減少していないから上網の流体抵抗による揚力は減少していないことになる。従つて奥天井附近より後方の網高さは前天井中央部高さより高くなつている事が他の記録から見て判然としているので,これらの事と一致する。即ち前天井部が H.R. によつて圧下され上面に水流が当りそれから後方は又下面から水流が当り普通の網成りとなつている。

結局 H.R. 長と G.R. 長との比が悪く H.R. に張力が割合に懸り過ぎているのと、前天井部の縮結の過少から生じた現象と思われる。従つて H.R. から力を抜くような H.R. 長として又該部に適正な縮結を持たせた網とすればこの欠点は修正されると思われる。今仮りにこの網に就ての最良の使用条件を求めるとすれば曳船間隔は 200 m 前後で曳船速度は 2.1 kt 程度と云う事が判定される。この時 G.R. 及び H.R. にかかる張力はそれぞれ平均 720 kg と 620 kg であつた。

次に網高さを (イ) (ロ) 網の同一条件の曳網状態で比較してみると第 1 表のようになつている。

第 1 表 (イ) (ロ) 網の網高さの比較表

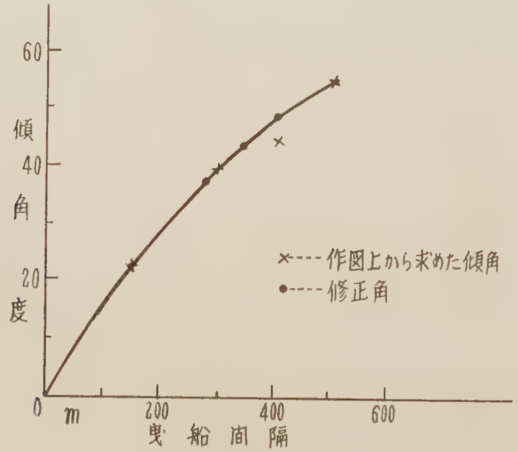
項目 ＼ 網ノ種類	(イ) 網 (普通網)	(ロ) 網 (改良網)	曳船間隔
曳網速度	0.93 m/sec	0.95 m/sec	300 m
天井中央高	3.7 m	3.00 m	
天井脇高	2.5 m	3.00 m	
曳網速度	0.9 m/sec	0.90 m/sec	400 m
天井中央高	2.9 m	2.75 m	
天井脇高	1.92 m	2.75 m	

第 1 表に示したように天井中央高さは (イ) 網即ち普通網の方が各曳船間隔の場合共 (ロ) 改良網より高い,然し天井脇高さは (イ) 網より (ロ) 網の方が遙かに高い。是は先にも述べたようにH.R. 長及び縮結の量が不適(?)なため天井部はこの曳船間隔では逆に下向きになつている事から当然であろう。然し天井脇が (イ) より (ロ) が高い事は左右網で抵抗を抜いてあるためこの部分の側

面的彎曲が (イ) よりも緩るくなつている即ち網立ちが良好であるためであろう。又は上網の目合が小さいので天井網こそ下つているが後方の上網は下側からの揚力が相当働いたゝめ胁網を立たせているのであろう。此等の点から見て胁網の目合を今少し大目合にして（勿論魚を脱出させない程度の目合）更に H.R. 長と G.R. 長との比及び天井網の縮結量を改善すれば網成りも良好で網高さもより高くなるであろう。(イ) (ロ) 共胁網の各目合は同一で然も上網のそれは (ロ) の方が小さいにかかわらず網内外の速度差は (ロ) の方が小さい事は充分考慮を払う必要がある。

(2) 漁具の抵抗

船尾曳索の張力は両船間隔を拡げた場合は増加し、狭めた場合は減少している。是は当然前者は曳索伸長線に船首尾線が近づく場合と後者は離れる場合とになるからであろう。



第18図　袖先の曳索の進行方向となす傾角

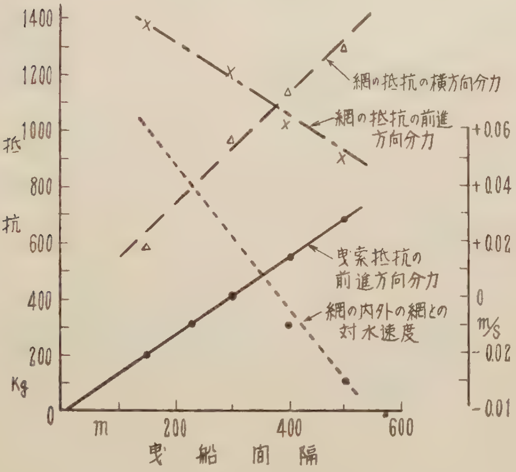
第2表　漁具抵抗の諸値

種類＼曳船間隔	500 m	400 m	300 m	150 m
※船尾曳索の自記抵抗値	1,670 kg	1,650 kg	1,640 kg	1,600 kg
船尾曳索張力の前進方向水平分力	1,597.6 〃	1,598.2 〃	1,607 〃	1,578.4 〃
〃 横方向水平分力	427 〃	227.5 〃	210 〃	138.4 〃
※網の袖先曳索での自記抵抗値	1,600 〃	1,545 〃	1,550 〃	1,500 〃
網抵抗前進方向への分力	917.7 〃	1,043.6 〃	1,204.5 〃	1,380.8 〃
網の抵抗の横方向への分力	1,310 〃	1,135 〃	975 〃	585 〃
全曳索の前進方向への抵抗	679.9 〃	553.2 〃	405 〃	197.6 〃
斜行曳索の流体抵抗（計算）	122.5 〃	136.5 〃	136.5 〃	151.2 〃
接地曳索の前進方向への抵抗	557.4 〃	418.7 〃	268.5 〃	46.4 〃

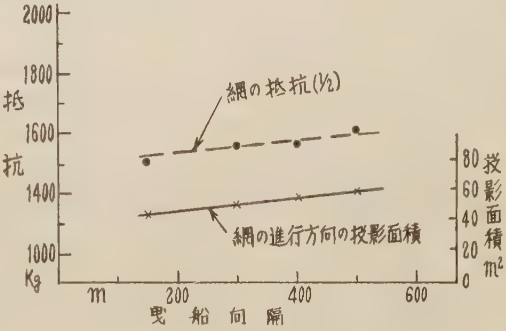
然しこの張力を前進水平分力に分解すると点線のように大して変化がなく、平均 1600 kg 前後となつていた。一方網の張力は曳船間隔が拡がる場合と狭ばまる場合に変化しているが、拡がる場合より狭ばまる方がその変化量は大きいようである。是は曳索接地部の海泥をしやくる共泥によつて差がつくものと思はれる、又一定曳船間隔の場合も 5 kg (大は 50 kg) 程度の振幅が生じている。曳船間隔が広い場合は 1600 kg 程度で、300 m の場合は 1550 kg, 150 m の場合は 1500 kg 程度であつた、これらは網附近の接地曳索の伸長方向への張力であるから第 2 表のように進行方向と横方向とに分解される，同様船尾曳索張力も前進水平分力に分解換算される。

曳船間隔が狭ばまるにつれて進行方向への分力が大きくなつているのは網口高さの増大による網の流体抵抗が増大するためと横えの分力が減少するからであろう。一方 G.R. の彎曲は鋭くなりこの接地抵抗は後者程減少するであろう事は勿論であるが、その絶対値が網の流体抵抗に比し僅少である事を示すものと思われる。

又全曳索の進行方向えの抵抗は第 15 図下部に示したような数値となり、大体曳船間隔が広い程抵抗は大となつている。是も流線に対する曳索の傾角及び泥との接地曳索の進行方向との傾角の大小網口面積の大小により当然理論づけられる事である。



第 19 図

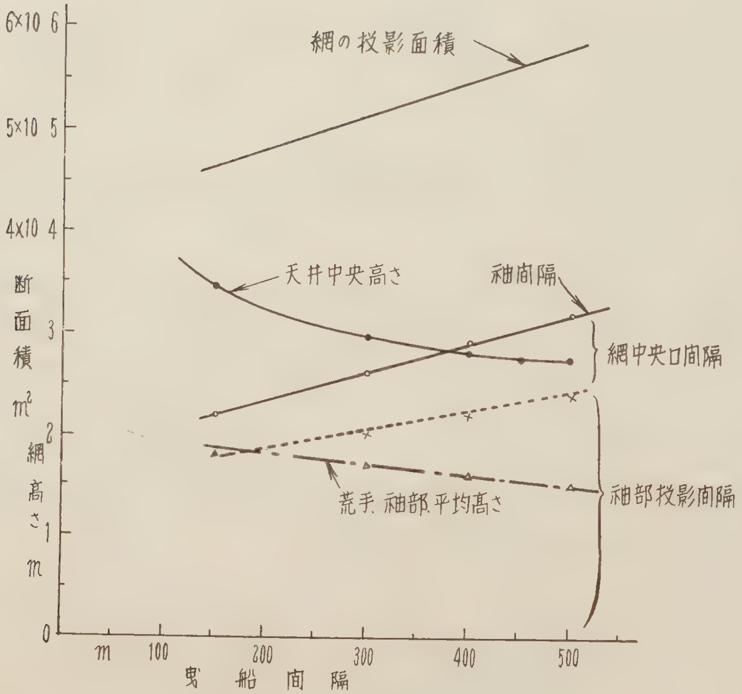


第 20 図

第 2 表は計測記録した各抵抗値とそれに基いて計算した各分力である。第 19 図はその数値をグラフにしたものである。曳船間隔が拡がるにつれ網の進行方向えの抵抗は減少し、一方横方向えの分力は増大している。

是は曳船間隔が拡がるにつれ網口高さは低下しそのために網の流体抵抗は減少するからであろう。然し網口は拡がるので横方向えの分力は増大する。又網の内外の対水速度差は曳船間隔が拡がる程減少している。この事は前記網の進行方向への抵抗が減少している事と一致する。

第 20 図に示したのは各曳船間隔の時の網の前進方向の投影面積と網の全抵抗の ½ の関係を示したもので両線が略々平行している。この事は船尾曳索の前進方向の水平分力は網口面積に比例する事を意味する。又網口面積は袖間隔に比例している。この場合は投影面積 (絶対値) の 29.5≒30 倍の抵抗となつている。但しこの時の曳網速度は 1.1 m/sec であつた。



第 21 図

第 3 表　各曳船間隔時の網口面積

項目 曳船間隔	断面積	内訳 袖の平均高×投影長×2		中央平均高×幅
500 m	58 m²	1.5 × 12 × 2	+	2.75 × 8
400	55	1.6 × 11 × 2	+	2.83 × 7
300	52	1.7 × 10 × 2	+	3.0 × 6
150	46.2	1.8 × 9 × 2	+	3.45 × 4

次に曳索抵抗（前進方向分力）を海中斜行部分と接地部分とに分類して比較してみると次のようになる。

水中斜行部分の流体抵抗（概略計算）（計算を簡単にするために斜行曳索を流れの方向え投影した垂直索と仮定した）

$$R = \frac{1}{2} C_x \rho v^2 s$$

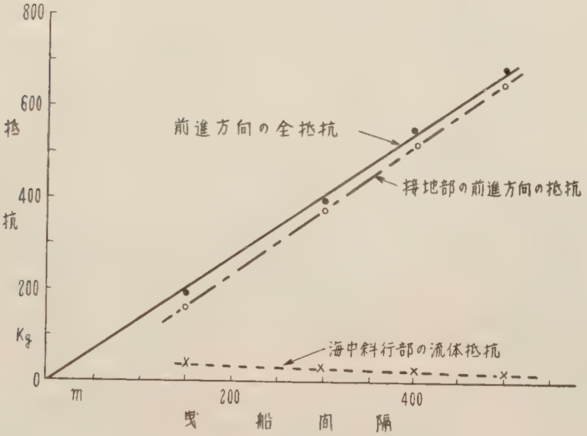
s…… 投影面積 0.012×53=0.64

v…… 0.95～1.05 m/sec

C_x … 1

第4表　曳索の流体抵抗

曳船間隔	曳網速度	抵　　抗
500 m	0.9 m/s	27.3 kg
400	0.92	28.5
300	0.95	30.24
150	1.05	36.96



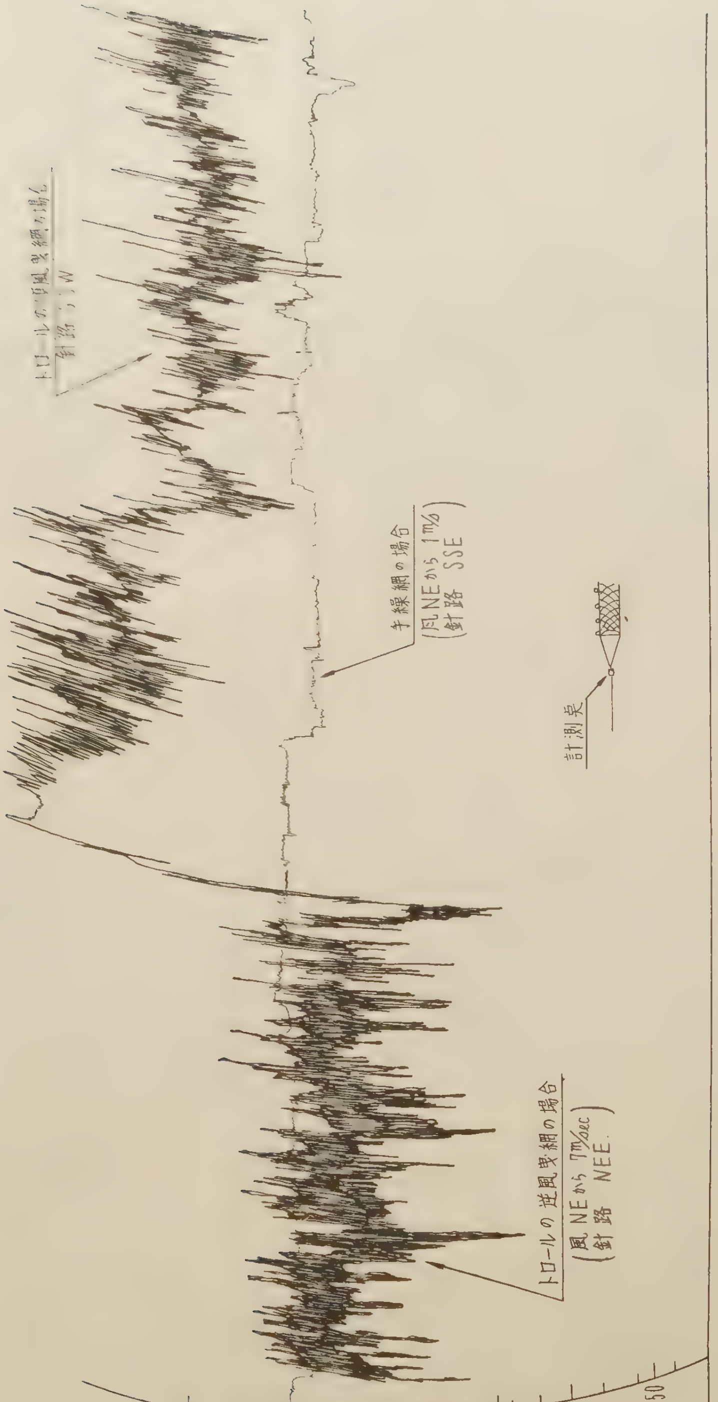
第22図　曳索抵抗の分解図

斜行曳索の流体抵抗は前進方向の曳索抵抗の中僅かなものである事が第22図で判る。大部分の抵抗は接地部分の抵抗であり、それも、曳船間隔が広い程急増している。曳船間隔の通例として 350 m をとると第5表の様になる。

第　5　表

項目 / 部位	全抵抗との比	抵　　抗
斜　行　部　分	6.8%	30 kg
接　地　部　分	93.2%	410 kg
斜行部分 / 接地部分	1/13.6	—

二艘曳網とトロール網との抵抗記録では同一海況に於て顕著な差が認められる。それは後者は前者に比べ遙かに抵抗の振幅が大である事である。是は船から網迄（O.B. を通じて）に曳索が直線的に結ばれ曳船の波浪その他による前進速度の遅速並びに上下動揺が速度の変化となつて直接網に伝達されているためと考えられる。記録の小振幅数は1分間に10回前後で大体曳船と波との出合周期と一致している。叉大振幅は O.B. が接地抵抗のために外方えの展開を或る



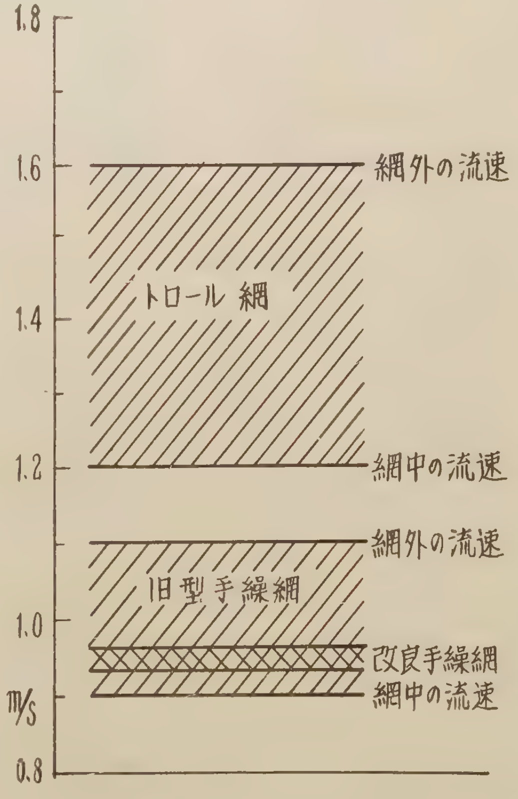
第23図 トロール網と二艘曳網の張力記録例

時間続け、それが限度に来ると急に接地抵抗（展開の）が負けて急に内側に狭ばまる。この運動が5分間に1回の割合で行はれている。

一方二艘曳網の場合は網手など接地曳索が或る曲線をもつて結ばれているため、是等諸種の変動が曳索の曲線形状の変化に吸収され直接網に伝わらない事を意味するものと考えられる。次項の網の速度も同様に顕著な差が認められる。この記録状態を示したのが次の第23図である。

(3)　網の内外の網との相対速度

曳船間隔の広狭により若干網中の水速は変化している。500 m の間隔の場合 0.95 m/sec, 300 m の場合 0.92 m/s, 150 m の場合 0.87 m/s であつたが、曳船の対水速度は 500 m の時 0.91 m/s, 300 m の時 0.95 m/sec, 150 m の時 1.05 m/sec であつた。然し潮流速並びにその方向が毎長流と海流とでどの位異るかが問題である。同一海域で潮流を計測した処、上潮が平均 0.5 m/sec で下潮が 0.6 m/sec であり、下潮が上潮より 0.1 m/sec 速かつた。然も潮流方向は共に曳網方向え流れていた。若しこの値を仮りに適用すると上下流の差は殆んび無視して良いと思われる。従つてこの場合網の内外の水速の差は 500 m の曳船間隔の時 −0.04 m/sec, 300 m の場合 0.03 m/sec, 150 m の時 0.18 m/sec である。両船間隔が狭くなる程速度差が大きくなるのは、両船間隔が狭くなるために網高さが大となり網地の流線との傾角が大となつて流体抵抗が増加し網中の流速が減少するのであろう。然るに 500 m の場合網の中の流速が外より速くなつているのは前項で述べたように網口が低く後方で高くなつているので、網口附近の流速がベンチュリー管現象で増大したのであろうとも考えられるが或いはこれは計測誤差範囲の問題であるかも知れぬ。今後充分追及してみる必要がある。この網の内外の流速を論ずる理由は魚を自然に入網させるのに最も必要な条件として水の乱れを起させない事がその第一であると考える。即ち網の抵抗が大であると網中の水速が必然的に低下する。この事は網の入口で魚に水の乱れを感じさせ網を認識させる事になる。第24図はトロール網、普通の手繰網とその改良網との網内外流速差の比較図である。



第24図　手繰網とトロール網の網内外の流速差

第24図は第16表を図示したものであるが改良型手繰網は網の高さを網地の流体抵抗で揚げ然も網中の流速を可及的に低下させないようにしたものである。流速差は旧型の網と比べて約 1/6 にしか過ぎない。勿論網外の流速が今少し速くなれば若干速度差は新型も増す事が考えられる。又一方トロール網と比べると遙かにその差が小さい

第 6 表

網の種類＼項目	網の外の水と網との相対速度	網の中の水と網との相対速度	速度差
トロール網	1.6 m/sec	1.2 m/sec	0.4 m/sec
旧型手繰網	1.1	0.9	0.2
改良型 〃	0.96	0.93	0.03

註：トロール網の場合は第7表の平均値を採用した。(今回の実験値)

第 7 表 網と網の内外の水との相対速度値

計測の部位＼項目	追潮、向風	向潮、追風	横潮、横風
網の外	1.35 m/sec	1.86 m/sec	1.67 m/sec
〃 内	1.19	1.21	1.18
速度差	0.36	0.65	0.49

事が判る。是からみるとトロール網は強引に魚と網との大きな速度差で漁獲しているのであつて根本的に手繰網とは異るもののようである。この点トロール網の漁具構成は再検討する必要があると思われる。

(4) 魚群探知機記録と漁獲との関係の一例

第25図に示したのは魚探機による魚群記録と網口の掃海層との関係図であるが、その両者の漁獲量は同図右端に記入したように殆んど近似な量である、然るに記録面で見ると①の場合は網口の掃海層の中に密度の割合濃い魚群が含まれている。②の場合は殆んど魚らしいものは含まれていない。然るに両者の漁獲量は 10, 13 函で大差がない、むしろ魚影が見られない後者の方が多い位である。只両者の漁獲物の種類では前者には「モンゴイカ」が僅かであるが入網している。後者にはそれが1尾も含まれていない。海低に密着している魚影は「モンゴイカ」の記録とも考えられる。

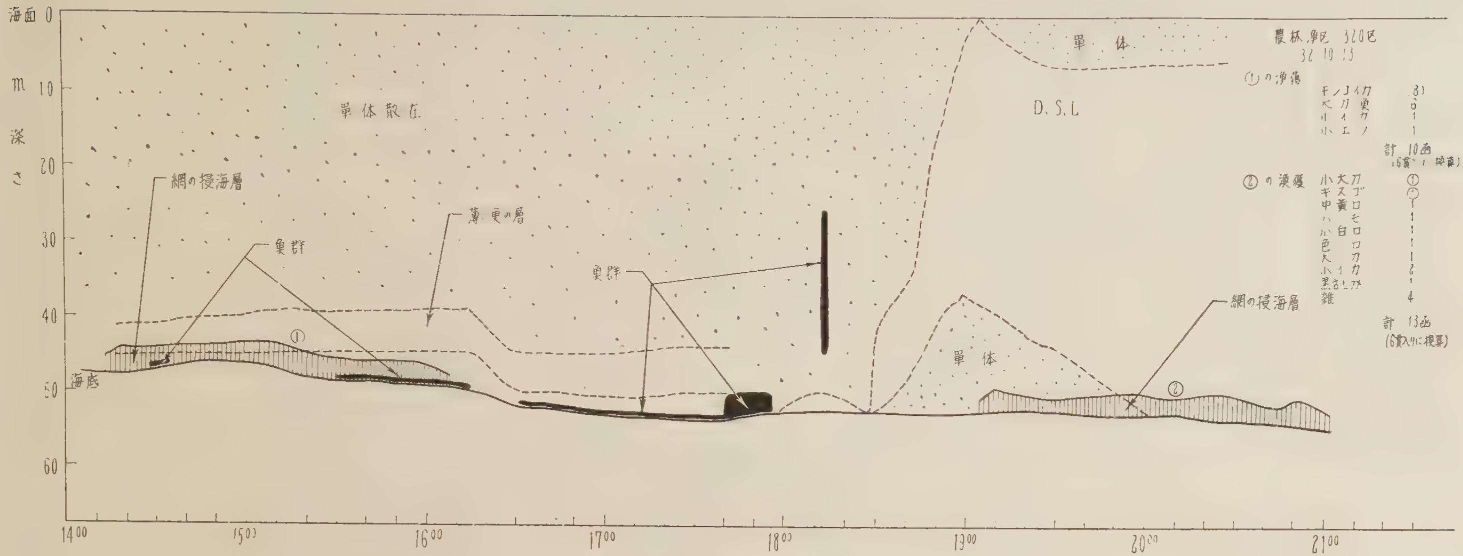
勿論二艘曳きであるため魚探機による探知線と網の通る線とは自ら別である。その距離はこの場合 250～270 m 前後である。然し①の記録の中二番目のものは縦長に換算して 2400 m 連続している。(2 kt の曳網速度として 1 m/sec 約 40 分間記録が続いているから 1 m×40×60 =2400 m となる) 従つて充分魚探々知線の魚群は網の通つた線にも居たと見て差支えないであろう。

又日没時以後は同図に示すような特性が常にあるようであるから、昼間より夜間の方が海底附近の魚が少くなる事は誤りない事実であろう。

この程度の魚探記録と入網量との関係は掴み難い。勿論後述するが魚探記録と入網魚量との間には入網の難易と云う網の性能の差があるから軽卒には結論出来ない事を充分考慮して置かねばならない。

5. 曳網類の漁獲性能向上のための考察

先ず魚をして網を総ゆる点から認識させない事が最も肝要な根本理論と考えられる。



第25図　網の掃海層と魚群と漁獲との関係

魚が網を認識する手段としては大きく分類して視認、聴認、体認とがあるであろう。先ず視認は字の如く網自体を目で見てそれが自己に対しどのような危害を加えるかを考え又は感じてそれを逃避する運動を起すであろう。然し底曳網の場合袖先間隔は二艘曳きで 50 m，トロール網で 25〜30 m 程度であるので、その中間部に魚が居たとして袖迄の距離は 25 m 若しくは 12.5〜15 m となる。

果してこの水深の照度明瞭度でどの程度の距離で網を視認出来るかは不明であるが、多くの場合認めても片側だけであろう。潜水その他の実験によると魚は大部分袖に沿つて游ぐと謂われている。従つて網を視認したとしても必しも完全に入網域外に逃逸しようとはしないと思われる。次に聴認であるが網と海底及び水との間に生ずるであろう可聴、不可聴音波がどのように彼等に聞えて入網を妨げるかは視認の場合と同様不明である。最後に体認であるが通常魚は潮その他の流れに敏感であるようであるが流れに異常があれば当然それを敏感に感知し或る種の運動を行うであろう。養鱒場での魚体は総べて水流線に平行して泳いでいる事からも推定出来る。今仮りに魚が何等視認及び聴認せずして網口に置かれた場合、網口に水の乱れがあつた場合先ずそれを体認し次に来る網の天井部を視認して海底と天井網で囲まれた自己を危険と感じ天井網を越えて逸走するチヤンスを与えるであろう事が想像出来る。又甚しく網の流体抵抗が大きいと網口で水があふれるような現象が生ずる。この様な場合は必然的に入網態勢にあつた魚も流れのために網口外に押し出されるであろう。是等の点から何等彼等に流れの差を感じさせない事が最も自然な入網を実現出来る方法と思われる。然し網そのものは抵抗を皆無にする事は不可能であり又それでは網成りは生じない。

網は流体抵抗のためふくらむものであるから両者に相矛盾する点が生ずる。従つて網の上部はこの流体抵抗を利用して揚力が生じるような細い網目の配置とし、その分だけ脇網部を大きい目として水を抜き、網高さを充分高くさせ併せて網中の流速を低下させないようにすべきであろう。この事は漁研技報 10 号に記述した。

今回の使用網はこの主旨を取り入れた試作網である。即ち上網と脇網との目合を同一とせず脇網の目合をそれぞれその対称部位の上網目合より大きい目合とした。前述したようにこの時の内外の流速差の差は 300 m の曳網距離の平均僅か 0.03 m sec にすぎなかつた。然し従来の網では 0.1 m/sec トロール網で甚しいものは 0.1〜0.5 m/sec もあつた。

網各部の上下動に就ては今回は天井中央部で約 10 cm の上下動が 10 秒に 1 回位起つている。又袖先に装着した張力計記録も同様の振れが生じている。これらの理由として考えられるのは次のようなものである。

即ち曳網した網は網口がどこも一定な速度で海底上を滑動せず接地抵抗に依つて小刻みに遅速のある運動をしているため網そのものの運動も遅速のある摺動をしているのであろう。この事は網高さの変動となつて表われる。

是等の上下動は可及的に少いものとする事が漁獲性能を向上させる事であると信ずる。

6.　今次実験による将来への考想

魚群探知機記録でも明らかなように海底より 2 m 迄とそれ以上 10 m 迄の密度比は 1:4 又は 1:5 程度と推定される。（本号の魚探機の論文参照）現在迄の網の改良により従来の網高さ約 2 m は殆んど現在 4〜4.5 m 位迄の高さに飛躍して来た。然しそれ以上の網高さにする事は

必然的に網そのものの規模を大型化せざるを得ない。この事は当然曳船の大型化又は機関の高馬力化となり経済的に容易に成立するとも思われない。特に大潮時は魚の中層えの移動も考えられ、夜間の中層及び上層えの移動も或る程度今次実験により把握されている。当然漁獲能率を向上させるためには魚群の存在する層を掃海する事が必要となつて来る。この意味から昼間と夜間では少くとも曳網層を分別すべきであろう。「離底曳き」*の予備実験を今次実施したが一定曳網速度に対しては曳索長の撰定により任意の希望する層を確実に曳網できる事を確認した。今後海底と離底層とを同一網で曳索長の変化だけで使用し得るか或いは接底曳網の場合と離底曳網とを別にして実施するかは更に今後の網の研究で熟れも可能と考えられるが、先ず別網を使用するとして研究を進めてゆくべきであろう。又更に、魚の生態を追及して両者より研究を進めて早急に実際的な漁業とすべきと考える。この海底 10 m 迄の層を現在の網で曳く事は困難であるので海底を離した箇所「離底曳き」なる面の現出が望ましい。次に船体の部で言及してあるように現在の底曳網漁船の推進器は結果的に曳網時の性能より航海時に主眼を置いてあるようである。是は漁場移動及び往復航に時間を費さない点で有利である。出来れば可変ピッチプロペラーを装備する事により両者を満足せしめるようなものとするのが最良であるが是は今後の問題であろう。但し現在の推進器が現在の曳網に適合しているとすれば一応曳網速度が 2.3 kt 前後で現在の網の最良状態になると謂う事であつて、底曳網の曳網速度が 2.3 kt 前後が最善の速度であると云う事ではない。即ち現在の底曳網は 2.3 kt 前後の曳網速度で最良の網成りとなると云う事であつて，今後網を改良すれば当然曳網速度は 2.3 kt 以上で良い事にもなる。トロール網の様に 3.0 kt 前後若しくはそれ以上の曳網速度で操業しているものもあるのであるから、底曳網もそれと同等の速度で曳き然も網成りが良ければ是に越した事はないであろう。前述したようにトロール網は遙かに底曳網より非理論的であり，唯速度によつて強引に漁獲しているようであるから、底曳きもこの線迄速度を揚げ然も網成り等を現在の状態若しくはそれ以上に保てばなおさら漁獲性能は向上するであろう。結局両者の長所のみ採り曳網速度はトロール並みにし、網成りは底曳網並に保持するようなものえと改善してゆくべきであろう。この場合の網成りとは魚をして自然に入網させるような広い意味の網成りである。

む　す　び

この綜合実験は緒に就いただけであるので今後更にこのような有機的な実験を続けて実施し各部門の発展に資したい。本稿ではこの実験の概略の報告に留めたが詳細は次号に更に実験を加えて発表したい。又本実験に協力頂いた日本水産株式会社長崎支社山下支社長畠本課長、戸畑支社吉田課長及び矢上、田上丸船長、天草丸船長各乗組の方々に誌上より感謝の意を表する。終りに計器の製作に終始熱心に当られた柳計器株式会社に敬意を表する。

* 「離底曳き」とは所謂「中層曳き」に対して、以西漁場に於いて行われるべき海底から若干網を離して曳くと云う漁法に対して仮りに名附け、「中層曳き」と自ら区別したものである。

定置網用網深さ計とそれによる「登り」の網成り計測及び超音波（200 K.C.）による計測の試み

葉室　親正　　石井　謙治　　本多　勝司*

Study on the self-recording net depth meter, the echo-sounding machine (200 K.C.) for the set net and the results thereof

Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII and Katsuji HONDA

ABSTRACT

We have tentatively manufactured the self-recording net depth meter to comfirm its deformation of the set net.

The efficiency of the meter is as follows:

①	This meter is possible to measure simultaneously four points of the net.	
②	The range measured	0～20, 15～35, 30～50, 45～60 m
③	The degree of accuracy	±0.05 m
④	The degree of sensibility	0.02 m
⑤	The error of temperature	nothing
⑥	The time lag	nothing

The two experiments was carried on, one at Kokabe in December 1956, the other at Owashi in 1958. The set net measured, was of trap net type.

Moreover, the echo-sounding machine (200 K.C.) was used in the case of the latter experiment.

The data available by the depth meter, usefull enough to analyse the net deformation. The inclination of the central line of bottom net within the funnel net (Nobori ami) was somewhat transformed by some tidal current and its degree of inclination indicated nearly 35°. The angle of inclination means that obtained through the intersection of the horizontal line with a central line of the bottom net.

In the case of the echo-sounding machine, the distance measured must be amended by the inclination in various directions of the netting, but we cannot foreknow their inclinations and the ultra sonic wave projected has somewhat a beam angle. Accordingly, it is impossible that the distance measured is amended to the depth. In conclusion, the beam angle had better be sharp as much as possible.

ま え が き

昭和31年岩手県水産試験場（金井元場長）の定置網々成り計測依頼により、I型鮭鱒流刺網用網深さ計を改造して定置網用網深さ計とし、同年12月初旬岩手県小壁漁場に於て第一回の計器テスト並びに計測を実施した。計器は充分網成りを解明出来る程詳細に作動したが計測の初期鰤の大群の入網が引続きあつたので、計測中止の止むなきに到つた。その後定置網計測の機会に恵まれずにいた処昭和33年5月三重県水産試験場尾鷲分場から計測の依頼を受けたので、

* 東京水産大学助教授漁具学教室勤務

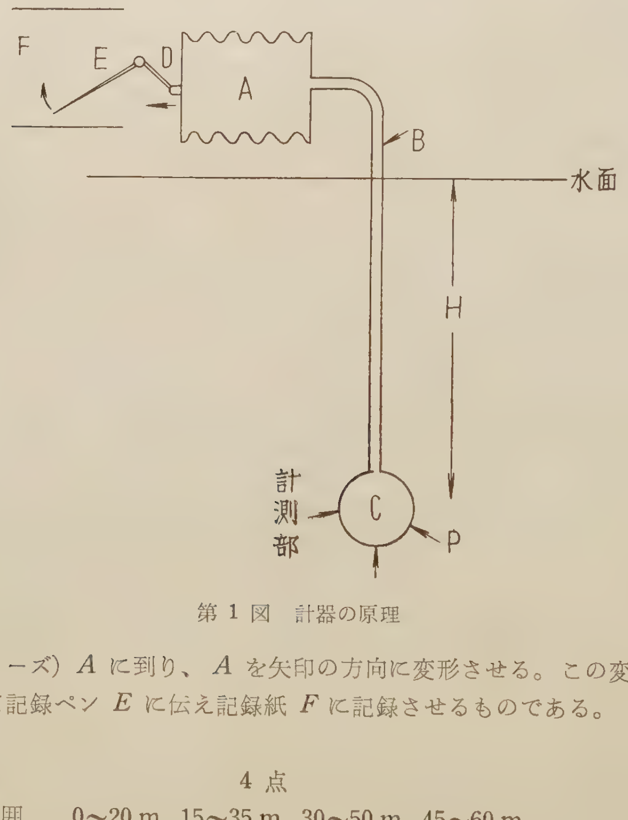
8月初旬同分場敷設の定置網（雑魚落網）を計測した。今回の計測は“外登り”の網成り計測に留め、又同時に超音波によつての網成り計測も併せ試みた。定置網用網深さ計は機能、精度共に充分満足出来る結果を得たので、次の機会には本格的な網成りの計測を実施する予定である。本報告はその予報として報告する。

1. 計　測　器

定置網用網深さ計

イ．　原理並びに機構

II型鮭鱒流刺網用網深さ計（未発表）と全く同じ原理によるもので、記録器側に受圧ベローズを設け、計測部に風船を装着して、両者をビニール管で連結してある。それらには大気圧の空気が封入してある。即ち第1図に示すように水中にある計測部（風船）C は水圧 $P=\rho gH$ を受けて圧縮され、内圧も P となる。P は連絡管 B の内孔を経由して



第1図　計器の原理

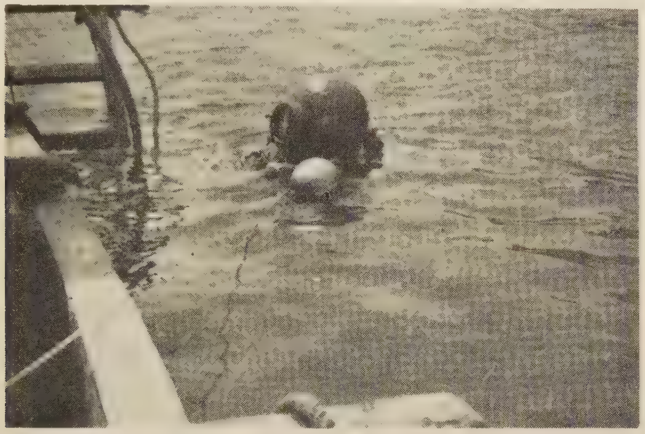
受圧部（ベローズ）A に到り、A を矢印の方向に変形させる。この変位量をリンク D で拡大させて記録ペン E に伝え記録紙 F に記録させるものである。

ロ．　性　能

i)	計測点	4 点
ii)	計測範囲	0～20 m, 15～35 m, 30～50 m, 45～60 m
iii)	精度	±0.05 m
iv)	感度	0.02 m
v)	温度誤差	無し
vi)	遅れ	無し

ハ．使 用 法

記録器は小艇（潜水船）に積み、予め決められた計測点附近の海面に艇を誘導して置き、潜水夫に計測部を持たせて潜降させる。潜水夫は艇から下げてある案内網にぶら下り、直接網に触れないようにして計測部を所要計測点に接触させて信号を送らせる。艇では受信と共に記録水深にチエツクして潜水者を次の計測点に移動させる。この操作を予め決めた計測順序で速やかに繰返し実施する。網成り計測には同一海況である事が肝要であるから可及的に短時間で完了する事が望ましい。又計測部4個を任意の計測点に同時に装着して時間的の網成りの変化状況を計測する事も可能である。第2図は潜水夫が計測部を持つて将に潜水しようとする処である。



第 2 図　潜水夫が計測部を持つて潜水せんとする所

2. 実 験 の 概 況

イ）第1回の計測実験

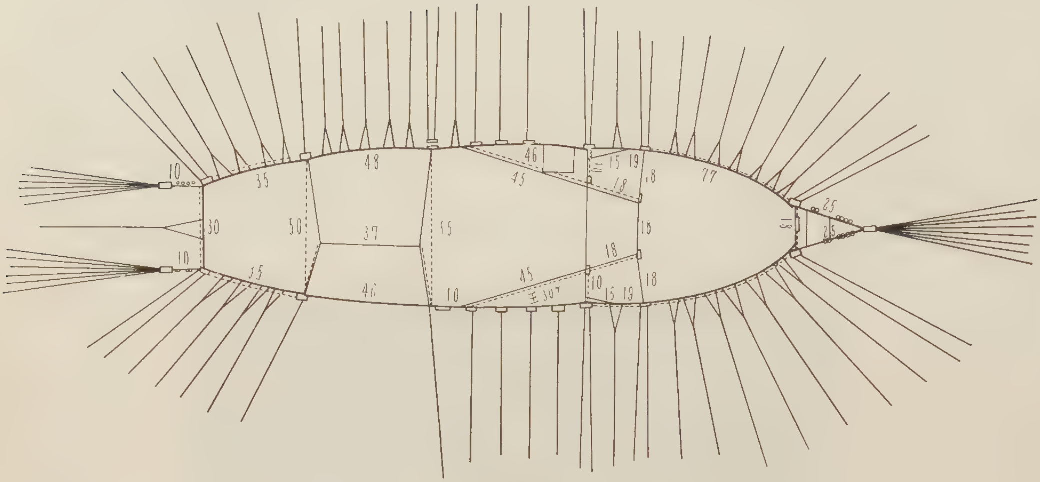
期　日　　昭和31年12月4日
漁　場　　岩手県小壁漁場（鰤落網）
計測器　　定置網用網深さ計
潜水船　　岩手県水産試験場　所属　かもめ丸（3.5 噸ヤンマー 16 馬力）
潜水者　　同場　港　繁雄
海　況　　風浪、潮流殆んど無し

ロ）第2回の計測実験

期　日　　昭和33年8月4日〜5日
漁　場　　三重県水産試験場　尾鷲分場敷設の雑魚落網
計測器　　イ）に同じ、他に 200 K.C. 音響測深機
潜水船　　同分場所属の大型伝馬船
潜水者　　潜水業者
海　況　　風浪は殆んど無く、潮流は後述（第11図参照）の方向から 0.03〜0.06 kt（4日）最も強い時 0.37 kt（5日）程度のものがあつた。

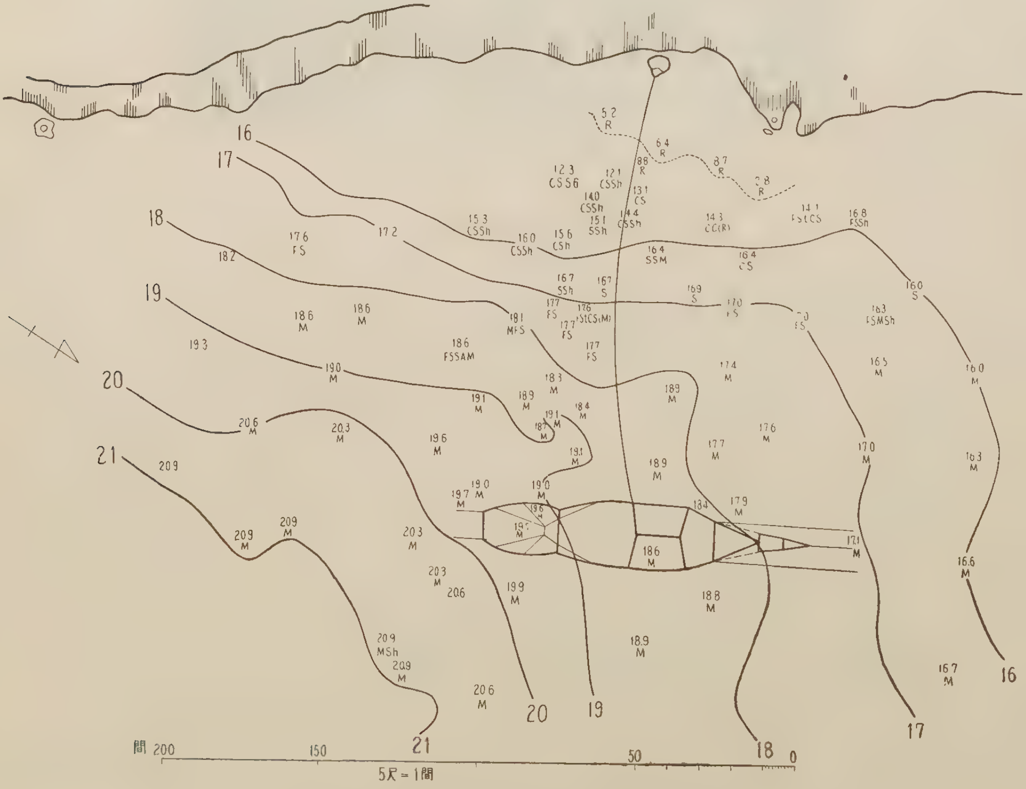
3. 漁場図並びに漁具の概要

イ） 第1回計測時（小壁）

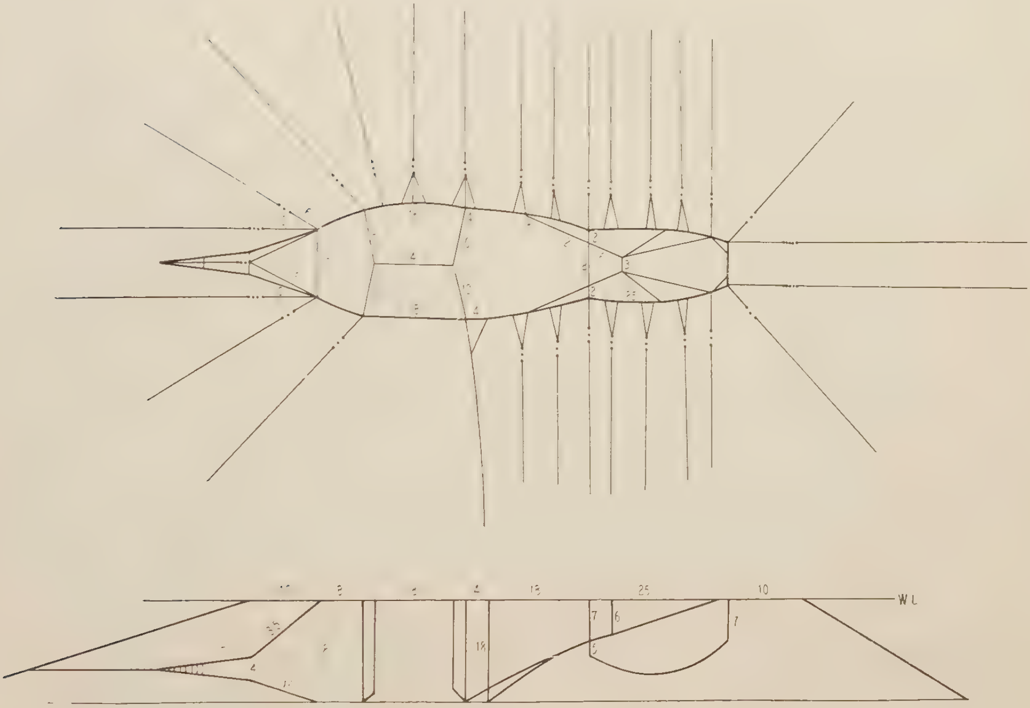


第3図 漁具の仕立図

ロ） 第2回計測時（尾鷲）



第4図 尾鷲漁場における定置網の敷設図



第 5 図　漁具の構成（尾鷲漁場）

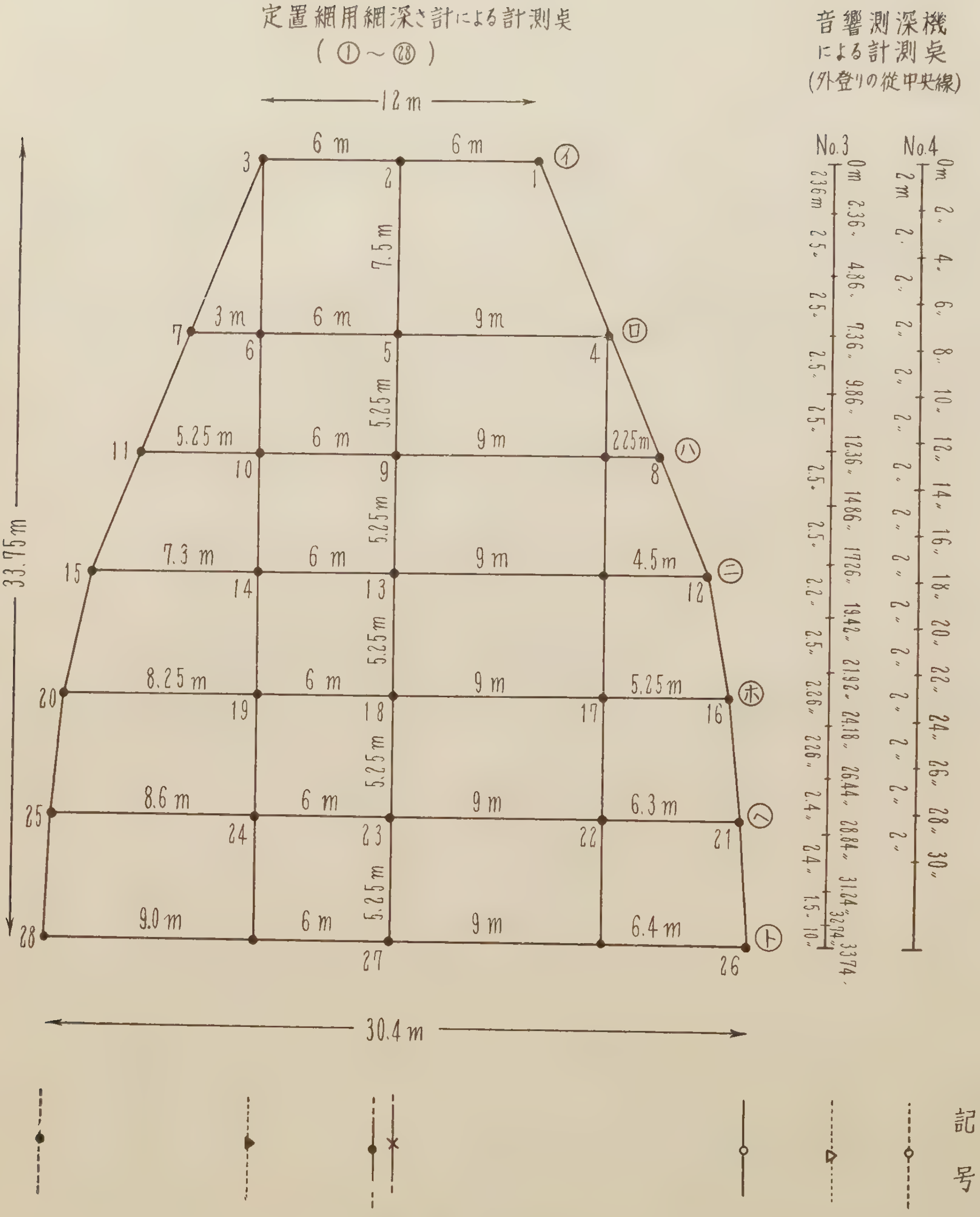
3. 計 測 点

イ）　第 1 回計測時

地縄断面の各点（第 9 図参照）

他は鰤大群入網のため計測を中止したので省略

ロ） 第２回計測時



第６図 計 測 点

4. 記 録

イ） 第１回計測実験（小壁）

登り口断面形状を示し、記録値は省略する。

ロ） 第2回計測実験（尾鷲）

i） 定置網用網深さ計によるもの

第1表 No. 1 の 計 測 値

断面	㋑			㋺				㋩				㊁				㋭		
項目 ＼ 計測番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
深さ m	10	12	10.3	13.2	15.6	13.8	13.1	15.3	19.9	15.3	14.6	18.1	22.9	19.1	16.1	22.1	24,5	26.2

㋬							㋣		
19	20	21*	22*	23*	24	25	26*	27*	28
24.5	21.5	26	28	28	27.9	22.5	28	28	22.7

＊印は推定値

第2表 No. 2 の 計 測 値

断面名称	㋑	㋺	㋩	㊁	㋭	㋬	㋣
項目 ＼ 計測番号	2	5	9	13	18	23	27
深さ m	12	16	19.4	23.3	26.9	28	28

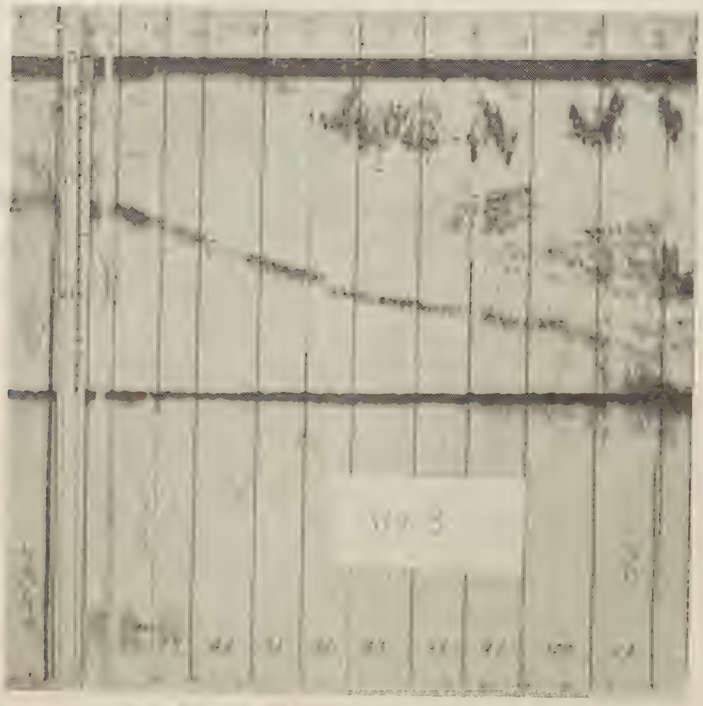
ii） 200 K.C. 音響測深機によるもの

第3表 No. 3 の 計 測 値

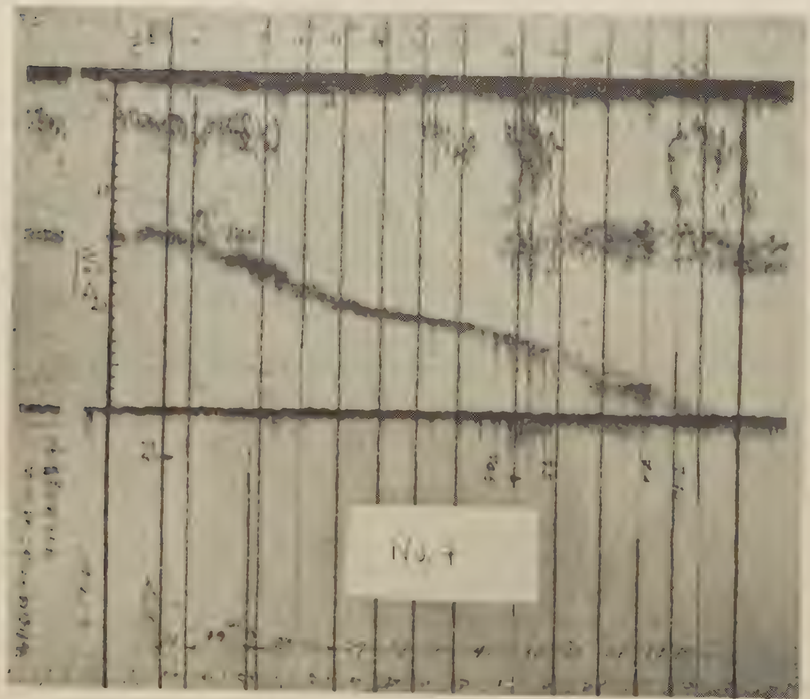
項目 ＼ 登り口からの水平距離 m	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
記録の最も浅い値 (l) m	12	12.6	13.5	14.7	16.4	17.8	19.2	20.2	20.8	21.7	22.5	25	27
振動子の深さを加えた値（0.3 m） m	12.3	12.9	13.8	15	16.7	18.1	19.5	20.5	21.1	22.0	22.8	25.3	27.3

第4表 No. 4 の 計 測 値

項目 ＼ 登り口からの水平距離 m	0	2.36	4.86	7.36	9.86	12.36	14.86	17.36	19.55	22.05	24.31	26.57	28.97	31.37
記録の最も浅い値 (l) m	13.2	13.8	15.7	17.5	18.9	19.7	20.0	20.6	21.6	22.5	23.7	25.0	26.0	27.0
振動子の深さを加えた値（0.3 m） m	13.5	14.1	16.0	17.8	19.2	20.0	20.3	20.9	21.9	22.8	24.0	25.3	26.3	27.3



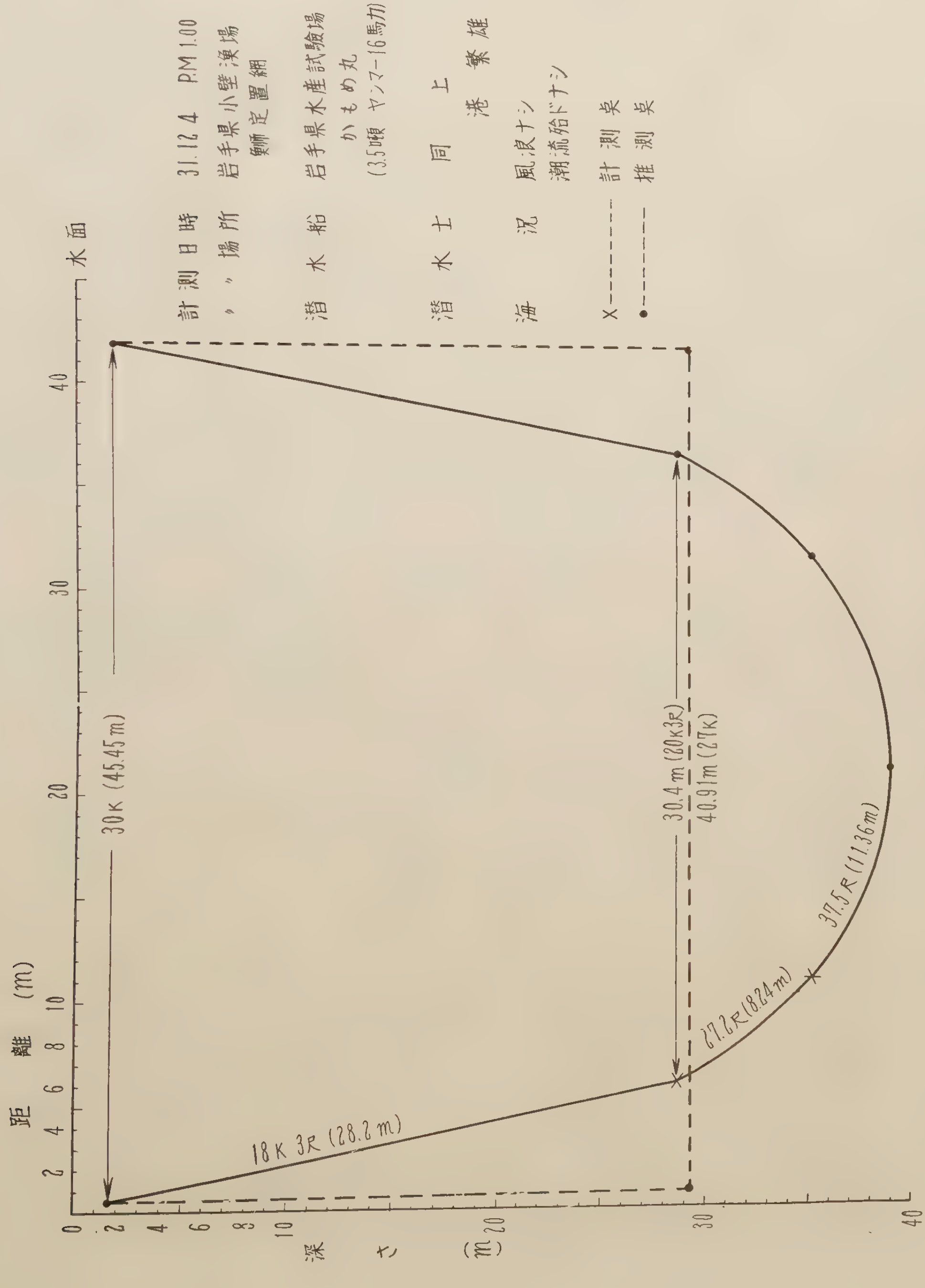
第 7 図 音響測深機による記録 (200 K.C)



第 8 図 音響測深機による記録 (200 K.C)

5. 解　　析

イ）第1回計測実験時



第9図　小壁漁場での登り口断面図

ロ）第2回計測実験時（尾鷲）のもの

i）定置網用網深さ計使用の場合

定置網用網深さ計を使用しての計測には正味1時間足らずを要した。（第10図）この間の潮の流れは 0.03〜0.06 kt 程度であつたが、5日の計測末期（登り中心線）に1時的に 0.36 kt になつた。第9, 10図は外登りの網成り（断面、側面）図である。但し第10図の場合は外登りの側網は垂下して居るものと仮定して作図したものである。（次回には本格的網成りの作図を実施する予定である。）なお計測は8月4日と5日の両日実施した、登りの中心線の側面形状は第10図中程の曲線のように若干変化しているが、割合なだらかで急激な彎曲は現われていない。その平均線の傾斜を登り口部から運動場に向つて 5 m（水平面距離）毎にみると 26°, 28°, 37°, 34°, 35°, 20° である。全中心線の平均傾角は約 35° であつた。

ii）200 K.C. 音響測深機使用の場合

本器の指向角 φ は約 2° であるので、網の傾斜 θ より遙かに小さい事は前項に述べた通りである。従つて振動子から網への最短距離である法線は指向角外にあることになる。記録各部の最浅部の値 (l) は振動子の直下点ではなく、振動子の位置より $l\sin\varphi$ だけ登口に近よつた点となる。又この点の真の深さは $l\cos\varphi$ である筈である。然し $\varphi=2°$ であるから $l\cos\frac{\varphi}{2}\fallingdotseq l$ と見做して差支えない。この換算を第3, 4表に就て行つたのが第5, 6表である。

なお、厳密に云えば指向角 φ によつて発射された超音波が常にその発射範囲の円錐の外縁線で網を切るかどうかは疑問である。特に水深と Volume によつては必ずしもそのようにならな場合が考えられる。今回は水深も割合浅いのでこのことを考慮せずに先を進めた。

第5表　計測 No. 3（超音波によるもの）

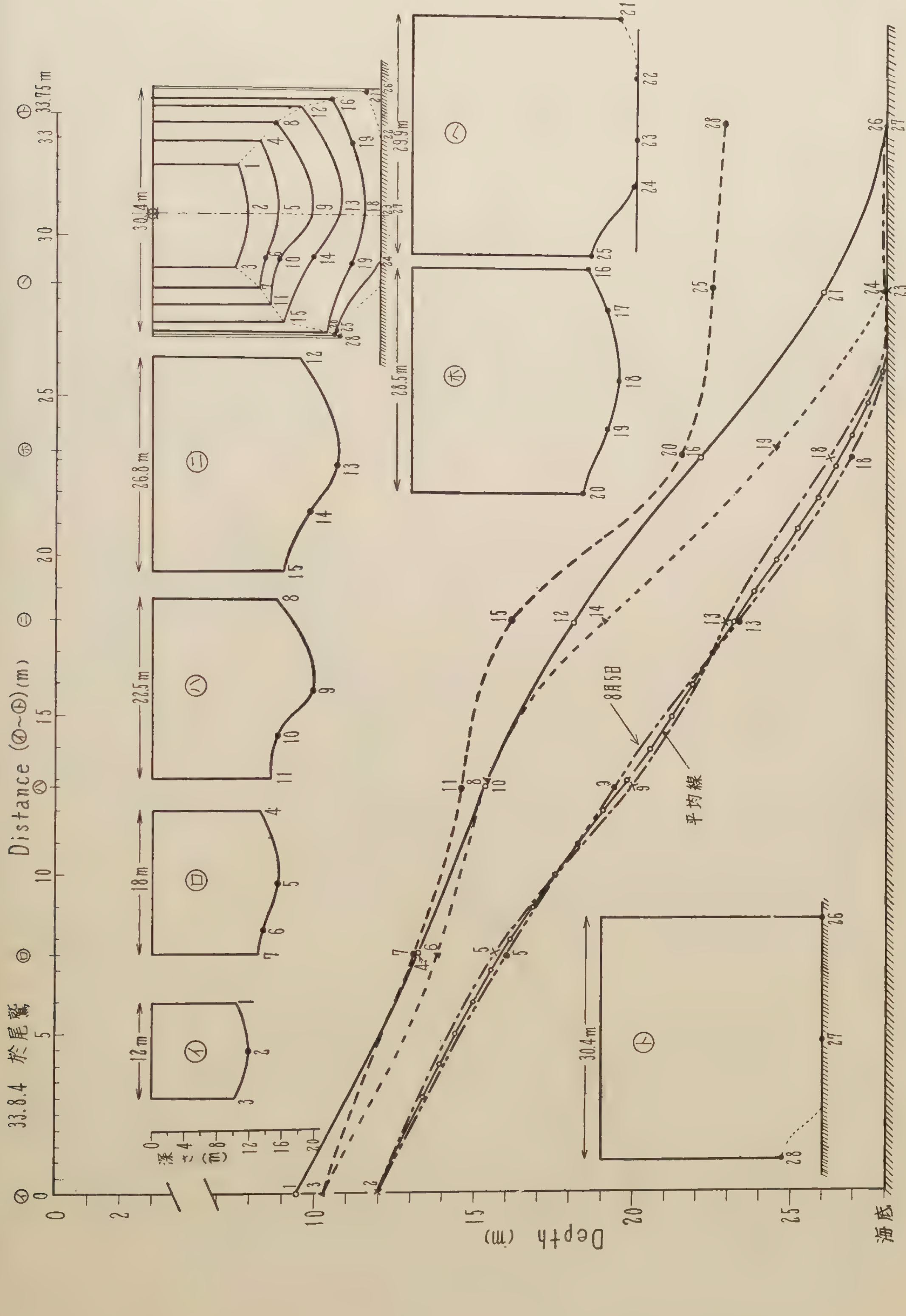
項目 ＼ 登り口からの修正距離 m	0	1.57	3.53	5.49	7.43	9.38	11.34	13.3	15.28	17.24	19.2	21.1	23.05
深さ m	12.3	12.6	13.8	15	16.7	18.1	19.5	20.5	21.1	22	23.3	25.3	27.3

第6表　計測 No. 4（超音波によるもの）

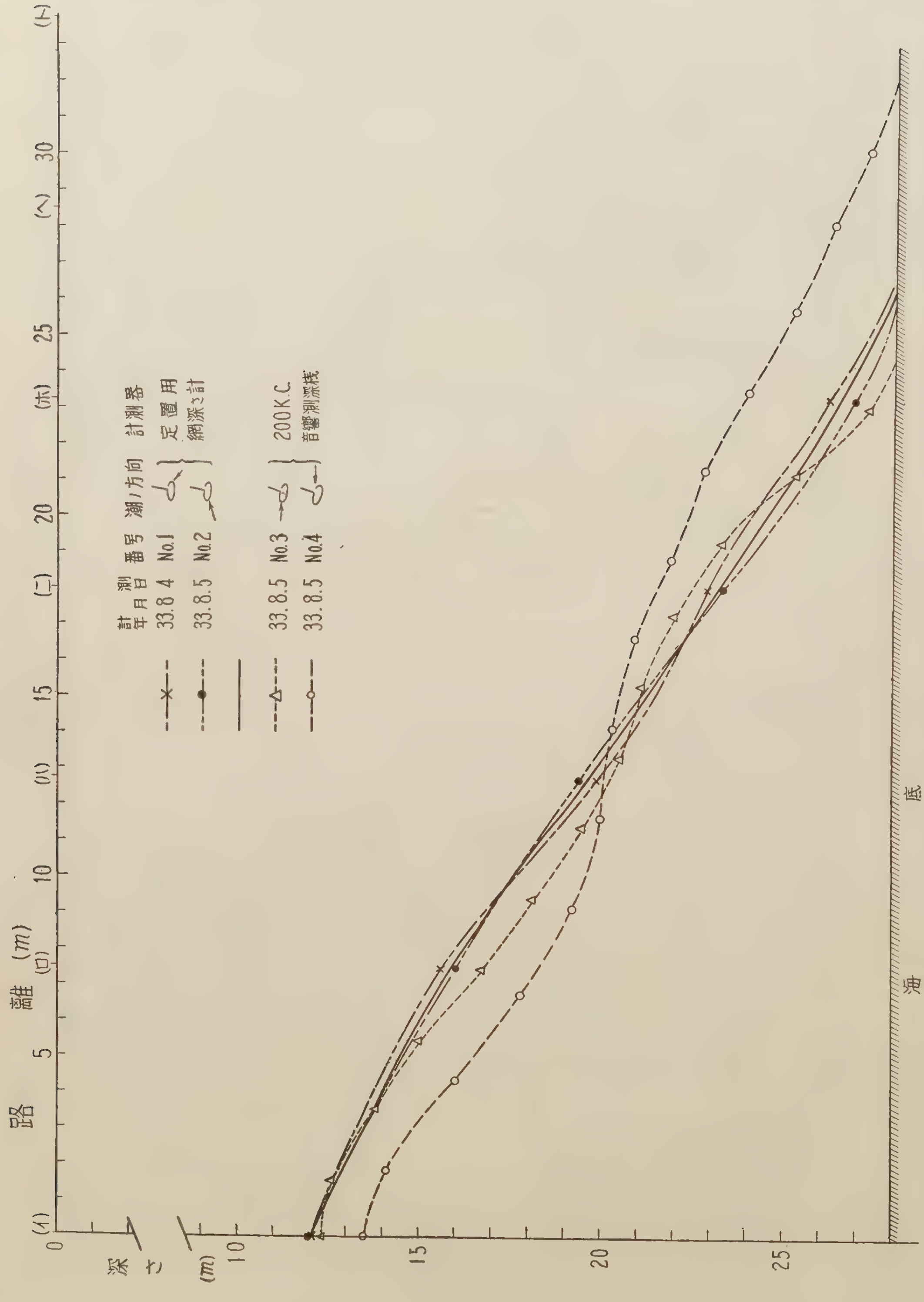
項目 ＼ 登り口からの修正距離 m	0	1.88	4.31	6.75	9.12	11.67	14.16	16.64	18.79	21.26	23.48	25.69	28.06	30.43
深さ m	13.5	14.1	16	17.8	19.2	20	20.3	20.9	21.9	22.8	24	25.3	26.3	27.3

第11図は第5, 6表を図示したもので、定置網用網深さ計で計測したものと対象させた。

各計測共計測時が異るため潮の速さ及び流向が異つている。計測線は「登り」の中心線であるから第10図の断面形状でも見られるように超音波が網に当る部分は当然3次元として取扱わなければならない。前述したのは飽迄2次元として扱つたものである。今3次元として考察してみると次のようになる。即ち第10図の断面形状から見て問題になるのは ④〜㋭ である。第7表は計測点の縦及び横方向の網の傾斜角である。④〜㋭ 迄総べて縦方向の傾斜が大であるから、記録の最浅部の値は総べて「登り」の中心線上の点と振動子との距離 l であつて、横の網地との距離は記録幅の中に含まれるので問題ない。但し縦横の傾斜角の大きさが逆になつた場合は横方向の網の傾斜角を予め知らなければ換算値は求められない。



第 10 図　外登りの側面、断面形状（数字は計測点の番号）



第 11 図 超音波による「登り」中心線の側面形状

第 7 表

項目 ＼ 断面の名称	㋑	㋺	㋩	㋥	㋭	備考
縦方向の傾斜	26°	30°	36°	35°	27°	
横方向の傾斜	5°	11°	27°	30°	10°	大きい側のものをとつた。

音響測深機だけで網成りを計測する場合、網の縦、横方向の傾斜が未知であるから殆んど得られた記録値の換算が不可能である。すなわち網成りを次元に考える場合、計測値を換算するのに知らんとする値（例えば網地の各方向の傾斜）を使用しなければならないからである。この唯一の解決策は超音波の指向性を極力鋭くして、殆んど点で網をたたくようなものとする必要があると考える。このことによつて 3 次元のものを 2 次元のものにすることが出来る。第 11 図の中心線の変形は計測日時が異るため潮流の受け方が同図に示すように全く逆方向となつているためと考えられる。

む　す　び

定置網用網深さ計は計測範囲からみても水深 60 m 迄の網であれば計測可能であるが、本器を使用するには熟練した潜水者を必要とする。

計測結果は申し分なく精確であり、潜水夫との連絡さえ満足にゆけば短時間に数多くの計測を実施する事が出来る。又音響測深機による網成り計測には先ず指向角が相当鋭いものである事が不可欠の条件である。次に網地の反射より強い反射物（例えばビニール管に空気内蔵）を予定測定線網地上に添わせて計測するのも一方法だと考える。今回は定置用網深さ計と音響測深機との同一条件下での計測が実施出来なかつたので、この点は次回に比較計測して、音響測深機による計測換算値の精度を検討してみたいと考えている。

本実験は三重県水産試験場尾鷲分場の協力の下に行われ、又音響測深機は古野電気株式会社の好意により借用したものである。

岩手県水産試験場金井場長、同職員及び三重県水産試験場尾鷲分場高芝分場長、同職員並びに古野電気株式会社及び技師藤原、佐野氏にそれぞれ深謝する。

海中生物の発する超音波騒音について

橋 本 富 寿　間 庭 愛 信

Noise of Creatures in Sea in Region of Ultrasound

Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA

TRANSLATION IN REPRINT FILE

ABSTRACT

We have reported on the sea noise in the Kurihama Bay and that off Odawara. On an occasion of late, we made an experiment on the noise of creatures in the region of ultrasound (spiny lobster, whale, dolphin, surffish, filefish, creatures on a rock, etc.), since the creature in the sea was considered one of sources of the sea noise.

We tentatively made a hydrophone, the response of which was flat from 50 c/s to 35 kc, and made an experiment on the frequency ranging from the audio frequency band to the region of ultrasound.

The experiment on the whale and dolphin was made on the open sea of 7 m in depth, and the experiment on the other creatures was made in a water-tank in order to examine only the noise of creatures. The intensity of noise measured as it is, is not applied to the open sea, because the water-tank was echoic, but this experiment is useful to the comparison between the noise levels of different creatures and that between the noise levels of different frequency bands.

The results of the above experiment have been summarized as follows:

(1) The crustacean and shellfish utter the ultrasound.

(2) The hermit-crab, tube worm etc. living on a rock on shore are remarkable sources of the sea noise in the region of ultrasound.

(3) The whale and dolphin utter calls up to the region of ultrasound. The swim noise, which sounds when the surffish and the filefish suddenly change their swimming directions, has the component of the ultrasound.

(4) The hydrophone is considered one of means for the finding of the whale and dolphin since their noises are particular and strong.

(5) The sea noise is smaller in the offing than the shore. It is probably one of causes of this fact that the noise of creatures is small in the offing.

目　　次

1. 緒　　言
2. 実験装置
3. 実験結果
(1) イセエビについての実験
(2) クヂラ、イルカについての実験
(3) ウミタナゴ、カワハギについての実験

(4) 岩に附着している生物についての実験
(5) ハマグリ、アサリについての実験
(6) カニについての実験
(7) 総　　括
4. む す び

1. 緒　　言

著者らは久里浜沖、小田原沿岸の海水中の騒音量に関する測定結果を既に音響学会に於て発表してある。[1)2)3)] また海水中の気泡の発生、消滅、砂礫の摩擦音、波浪等の超音波騒音についても既に実験を行つたが、これらについてはいづれ近日報告する予定である。

超音波の騒音源として海水中に於ける生物も考えられるので、今回は生物即ちイセエビ、クヂラ、イルカ、ウミクナゴ、カワハギ、岩に附着している生物、アサリ、ハマグリ、カニ等の発する騒音について実験を行つた。

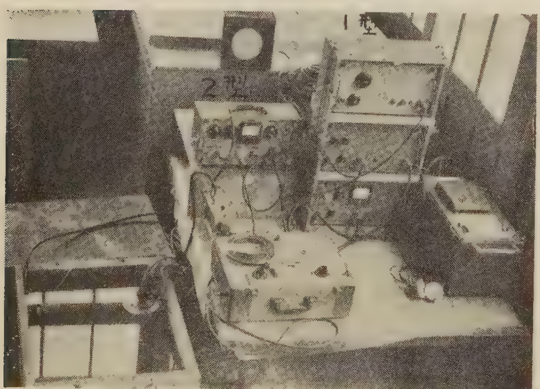
生物の発する騒音について、戦前二三の魚類に関し可聴周波数域の実験が行われたこともあるが、[4)] その場合のハイドロフオンは周波数特性が良好でなく、又超音波領域については何も判つていない。そこで今回は 50 c から 35 kc の範囲に於て flat response のハイドロフオンと三周波帯域の同時記録分析装置とを試作して実験を行つた。

クヂラ、イルカ等の発する音に対する測定は、深度約 7 m の open sea で行つたものであるが、その他の生物に対しては生物のみの原因による騒音を調査するために生物を採集して来て水槽実験を行つた。然しこの水槽は特に無響水槽を用意しなかつたので、測定した騒音強度は open sea にそのまま適用できる値ではないが、生物相互間或は周波帯域間の騒音 level 比較には役立つものと考えられる。

これらの実験を通じ、貝類、エビ、カニ等が発生する騒音は、超音波領域にも相当強い成分を含んでいることが判つた。これらが海中騒音の一つの主要な原因とも考えられるのでここに報告する次第である。

水槽実験は東京大学油壺臨海実験場に於て行つたものである。

2. 実 験 装 置



第1図　水 中 騒 音 計

Fig 1 Underwater noise-meter

水中騒音計としては次に述べる如き2種類のものを用いた。第1図に示す如く之を1型及び2型と名づけた。

(a)　1型水中騒音計

ハイドロフオン、前置増幅器、濾波部、出力増幅部、音圧記録計等で構成されている。

ハイドロフオンは直径 62 mm 長さ 135 mm の円筒型のニツケル磁歪振動子で、第2図の如く合成樹脂筐体中に油をみたし、その中に封入されて居り、その

受波感度特性は第3図に示す如くである。

受信器の総合周波数特性は第4図の如くである。A, B 及び C の3つの周波数帯域の出力が同時に得られるものである。Aバンドは 0.5～5 kc で之を低域と名づけ、B バンドは 5～10 kc で之を中域と名づけ、Cバンドは超音波域の 10～20 kc である。3チヤンネルのペン書オツシログラフにより之を記録出来る様になつている。

a をペン書オツシログラフの振れ (mm) とすれば、騒音音圧 *p* は

$$p = ak\ \mu\text{bar}$$

となる。この *k* は各バンドの中心周波数で較正した総合感度で、第1表の如くである。Collective sensitivity adj[usted] by the center frequency of each band.

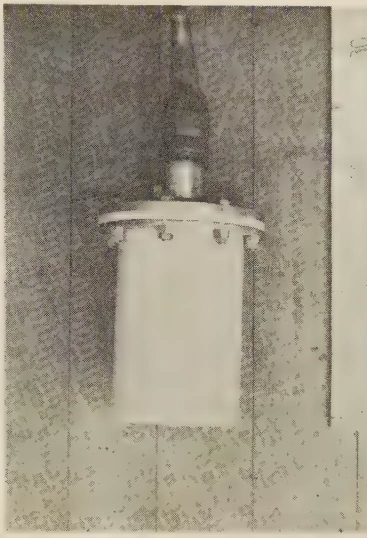
Table 1
第1表　各バンドの中心周波数で較正した綜合感度

周波数帯 (Frequency)		*k*
Aバンド (Band)	0.5～ 5 kc	0.09 μbar/mm
Bバンド	5 ～10 kc	0.14 〃
Cバンド	10 ～20 kc	0.12 〃

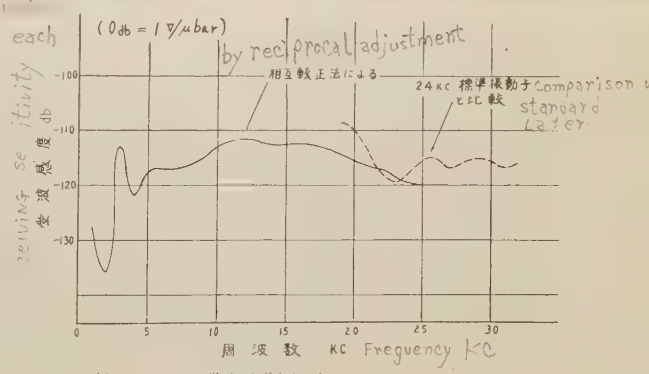
(b)　2型水中騒音計

ハイドロフオン、前置増幅器、主増幅器で構成されている。

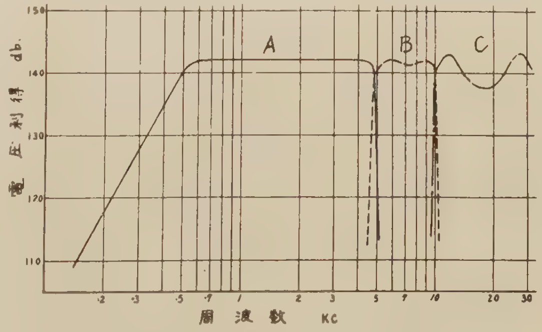
ハイドロフオンは直径 55 mm の円筒型のチタン酸バリウム磁器振動子で、第5図にその構造を示した如くゴム製筐体の中に油をみたし、その中に封入されて居り、その外観は第6図に示した如くである。その受波感度特性は第7図の如く 50 c～35 kc の周波数範囲で偏差 3db 以内の平担な特性である。尚、第8図は受信器の周波数特性を示したものである。



第2図　1型水中騒音計のハイドロフオン

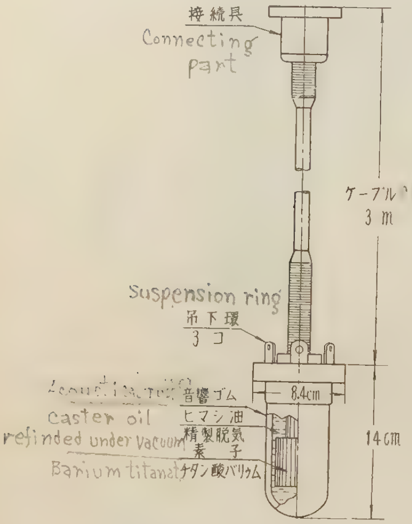


第3図　1型水中騒音計のハイドロフオンの受波感度特性
Fig. 3　Characteristics of Receiving sensitivity of hydrophone for Type 1 noise-meter.



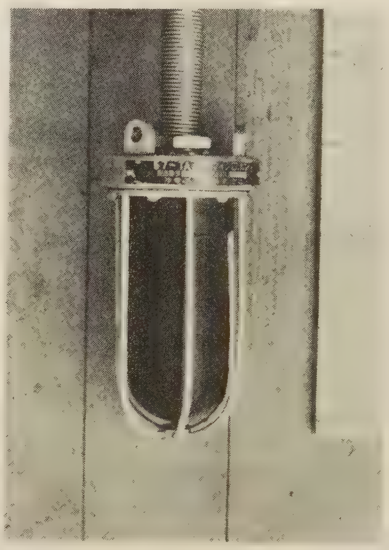
第4図　1型水中騒音計の受信器の綜合周波数特性
Characteristics of total frequency of the receiver of Type 1 underwater noise-meter

後にのべる水中騒音の録音はこの装置の出力端子に録音機を接続して行つたものである。



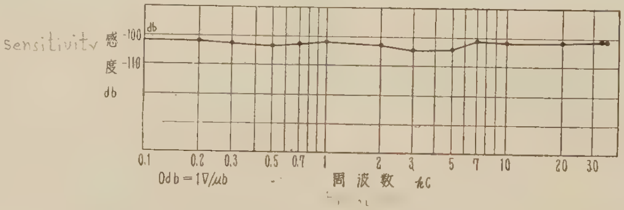
第5図　2型水中騒音計のハイドロフォンの構造図

Fig 5 onstruction of hydrophone for Type 2 Noise meter



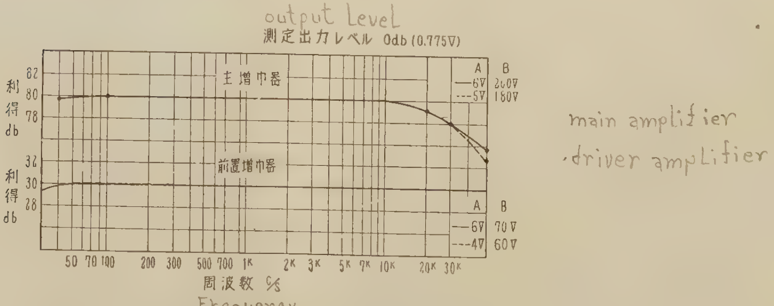
第6図　2型水中騒音計のハイドロフォンの外観

Fig 6 Shape of hydrophone for Type 2 underwater noise-m



第7図　2型水中騒音計のハイドロフォンの受波感度特性

Fig 7 Characteristics of hydrophone for Type 2 underwater noise-meter



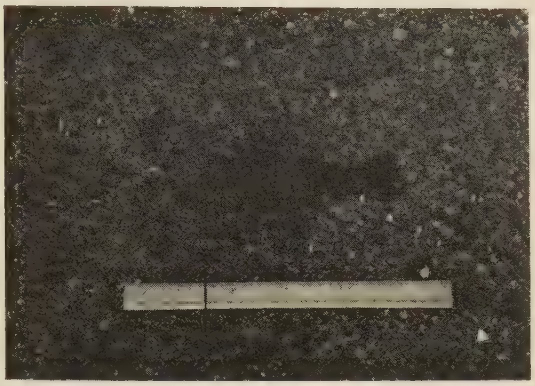
第8図　2型水中騒音計の受信器の周波数特性

Fig 8 Characteristics of receiver of Type 2 underwater noise meter

3. 実 験 結 果

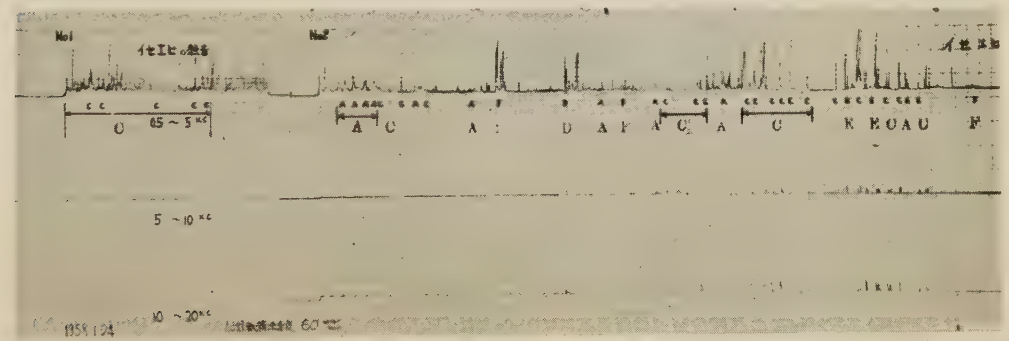
(1) イセエビについての実験

縦 95 cm 横 75 cm 高さ 30 cm 板厚 2.5 cm の木製水槽に砂を敷き、海水をみたし、その中で第 9 図の如きイセエビ 5 尾を運動させて実験を行つた。



第 9 図 イ セ エ ビ

その実験結果の典型的な一例を第 10 図に示す。図は 6.5 分間の記録で、オツシログラム 3 本はそれぞれ低域、中域、超音波域に対応する。オツシログラムに沿つて所所記入してある記号 (ABCDEF) は、イセエビの示した各種の挙動を示したものである。たとえば C と記した時刻は触角を動かした時であるが、可聴周波数域のみならず超音波範囲にも及ぶ音を頻繁に発していることが判る。これらを整理すれば第 2 表の如くになる。



C：触角より発生する音 noise from feeler　　F：背面で岩をこする場合 scratching rocks with b
A：砂の上を歩行する場合 walking on sands　　D：勢いよく泳ぐ場合 swimming vigorously.
B：岩の上を歩行する場合 walking on rocks　　E：尾で水面を叩く場合 splashing water surface with tail

第 10 図 イ セ エ ビ に つ い て の 実 験 記 録
Record of experiment on spiny Lobster

第 2 表 イ セ エ ビ の 騒 音 音 圧

記録上の記号 mark on	挙動 Action	低域 0.5~5 kc Low region	中域 5~10 kc mediam region	超音波域 10~20 kc ultrasonic region
		μbar	μbar	μbar
C	触角より発する音	0.18~2.52	0.14~0.56	0.12~0.60
A	砂の上を歩行する音	0.18~1.53	0.14	0
B	岩の上を歩行する音	0.45~2.07	0.42	0
F	背面で岩をこする場合	0.45~2.07	0.14	0
D	勢いよく泳ぐ場合	0.90~1.35	0.28	0.12
E	尾で水面を叩く場合	0.63~2.34	0.14	0

C. Noise made by antenna.
A. Noise made by walking on sand
B. Noise made by walking on rocks.
F In case it rubbs a rock with (spiny Lobster's) ba
D In case it swims vigorously

この表より判る如く、C及びDの挙動が超音波域に及ぶ騒音を発生する。また低周波域での最大騒音は、C及びEの挙動で発生していることなどが判る。

(2) クヂラ、イルカについての実験

神奈川県三浦半島小網代湾の海底深度 7 m の場所にいけす (1 辺 15 尺、8 角形) を設置して、この中にハナゴンドウクヂラ (5 尾)、バンドウイルカ (7 尾)、カマイルカ (3 尾) を別々に飼育して居り、これらについてハイドロフオンをいけすの端に設置して実験を行つた。これらはいづれも体長約 3 m で、第 11 図に一例としてハナゴンドウクヂラの游泳状況を示す。海況は 1 で、浮沈を繰返して静かに游泳していた。

第 11 図　ハナゴンドウクヂラの游泳状況

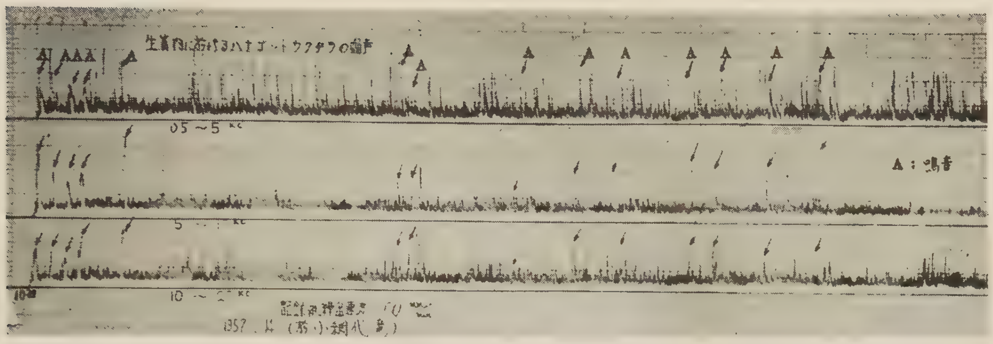
Fig. 11. swimming appearance of species of pilot whale (HANAGONDO - KUJIRA)

第 12 図はハナゴンドウクヂラについての実験結果である。図中Aと記したふれは鳴音でその音圧強度は第 3 表第 1 行に示す如く低、中及び超音波域にわたつて 2～4 μbar の音圧である。2 型騒音計により同時に聴音をしていても鳴音と海中騒音とを充分区別出来るが、この記録を見れば判る如く中域及び超音波域では鳴音が海中騒音より特に浮き出て記録されている。

第 13 図はバンドウイルカについての実験結果で、このバンドウイルカは聴音した時ピッチの低い鳴音とピッチの高い鳴音の 2 種類の鳴音を発生する。ピッチの低い鳴音は第 13 図では之をAの記号で示したものである。図より判る如く中域並びに超音波域にも同等の音圧成分を有し、第 3 表に示した如くそれぞれ 1～2 μbar に及んでいる。ピッチの高い鳴音は第 13 図でBと記したものである。即ち、低域より超音波域の騒音のふれが大きい。第 3 表第 3 行に示した如く超音波域の音圧の方が低域のそれに比し約 2 倍大きいものである。

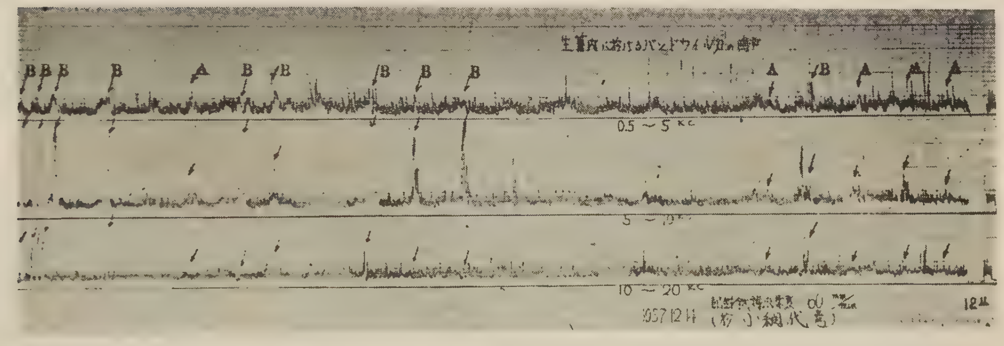
カマイルカについての実験結果を第 14 図に示す。図中のAと記したふれは鳴音で、Bと記したふれは水中での呼気によるものである。第 3 表第 4 行、第 5 行に示した如く、低、中、超音波域の 3 バンドにわたりそれぞれ同等の強さの音圧成分を発生している。

尚この実験海面に於ける対象生物以外の海中騒音は第 3 表最下行に示した如く各バンドにわたり 0.5～0.9 μbar 程度の平均値を有していた。



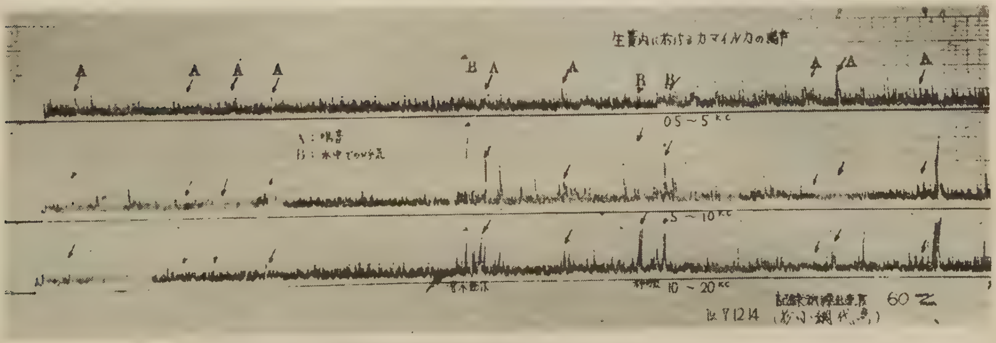
第 12 図　ハナゴンドウクジラについての実験記録

Fig 12.　Record of experiment on pilot whale



第 13 図　バンドウイルカについての実験記録

Fig 13　Record of experiment on bottle nose dolphin



第 14 図　カマイルカについての実験記録

Fig 14　Record of experiment on Pacific dolphin

Table 3 Sound pressure & intensity, whales & dolphins

第3表 クヂラ、イルカの騒音音圧及び強度

species 種類	mark 記録上の記号	Kind of Noise 騒音の種類	Low region 低域 0.5～5 kc	medium region 中域 5～10 kc	ultrasonic region 超音波域 10～20 kc
pilot whale ハナゴンドウクヂラ	A	crying noise 鳴音	2.70 μbar 4.86×10^{-12} w/cm^2	4.20 μbar 11.7×10^{-12} w/cm^2	2.88 μbar 5.53×10^{-12} w/cm^2
Bottle nose dolphin バンドウイルカ	A	crying noise 鳴音	1.35 μbar 1.22×10^{-12} w/cm^2	2.38 μbar 3.78×10^{-12} w/cm^2	1.44 μbar 1.38×10^{-12} w/cm^2
	B	crying noise 鳴音	1.89 μbar 2.38×10^{-12} w/cm^2	4.20 μbar 11.7×10^{-12} w/cm^2	3.12 μbar 6.50×10^{-12} w/cm^2
Pacific dolphin カマイルカ	A	crying noise 鳴音	1.53 μbar 1.56×10^{-12} w/cm^2	2.38 μbar 3.78×10^{-12} w/cm^2	1.80 μbar 2.16×10^{-12} w/cm^2
	B	exhalation in water 水中での呼気	2.07 μbar 2.85×10^{-12} w/cm^2	4.20 μbar 11.7×10^{-12} w/cm^2	2.64 μbar 4.68×10^{-12} w/cm^2
noises in sea of Koajiro Bay 小網代湾の海中騒音			0.54 μbar 0.19×10^{-12} w/cm^2	0.84 μbar 0.47×10^{-12} w/cm^2	0.96 μbar 0.61×10^{-12} w/cm^2

(3) ウミタナゴ、カワハギについての実験

ウミタナゴ、カワハギの游泳音について実験を行つた。

第 15 図(a) に示すウミタナゴ 69 尾を第 15 図(b) の様に水槽に入れ、ハイドロフォンを水槽の一隅においた。魚が勢よく泳いで水槽壁とかハイドロフォンに衝突しない様に網を入れてある。網に衝突しても特に目立つ様な騒音を発生しないことをたしかめた後実験を行つた。

第 15 図(a) ウミタナゴ

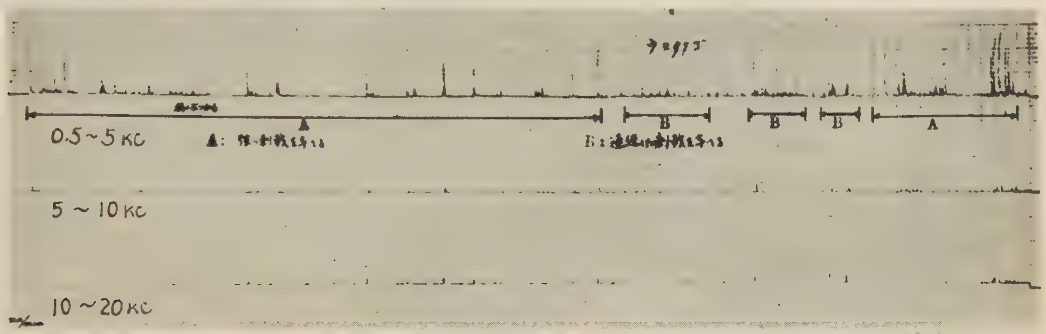
Fig 15 (a) surffish

第 15 図(b) ウミタナゴについての実験状況

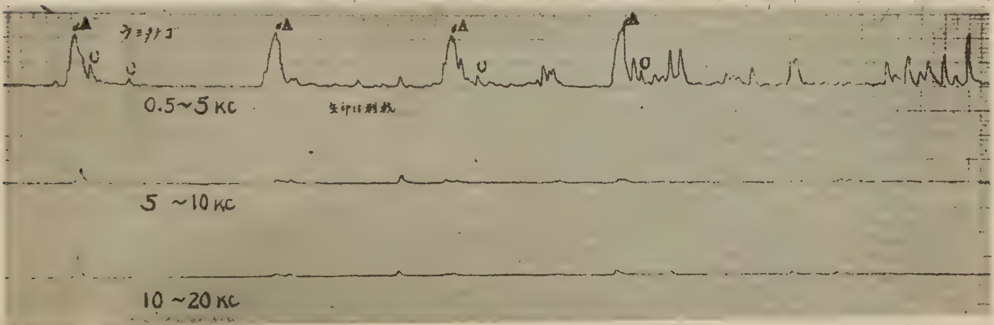
Fig 15 (b) Condition of experiment on surffish.

魚を急速に游泳させるには、水の外部から木の板を用いて突然陰影を作つて刺戟とした。その実験結果を第 16 図に、騒音の音圧を第 4 表に示す 第 16 図(a) では記録紙の繰出速度は毎分 60 mm であるが、(b) では毎秒 30 mm である。図中に記したAのふれは刺戟を与えた瞬間のものであるが、第 16 図(b) の速度の速いオツシログラムにより判る如く、騒音は時間的に 2 つに分れ、その後の運動に基くCと記した如き騒音がAに伴つて発生している。第 16 図(a) の図中Bと記したふれはこの陰影による刺戟を反覆して与えた場合のものである。即ち最初の陰影刺戟に反応して生じた運動が終るや否や次の刺戟を与え、之を数回反復したものである。然し記録上は目立つた特徴は現われていない。

騒音は中域及び超音波域にも発生している。　surffish



第 16 図(a)　ウミタナゴについての実験記録 Record of experiment on surffish
Fig 16 (a)　(記録紙の繰出速度毎分 60 mm の場合で約 6.5 分間の記録)



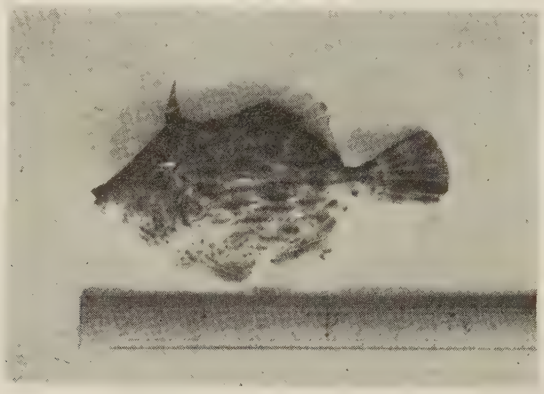
第 16 図(b)　ウミタナゴについての実験記録 Record of experiment on surffish
(記録紙の繰出速度毎秒 30 mm の場合で約 13 秒間の記録)
Fig 16 (b)　(Record of 13 seconds with recording paper delivery speed of 30mm per sec

第 4 表　ウミタナゴの游泳による騒音音圧
Table 4 sound pressure by swim

record 記録上の記号	Action 挙動	Low region 低域 0.5～5 kc	Medium region 中域 5～10 kc	ultrasonic 超音波域 10～20 kc
A	刺戟により急速に泳ぐ場合	1.44～2.34 μbar	0.28～0.84 μbar	0.24～1.20 μbar
C	刺戟後の運動	0.27～0.90	0.14～0.28	0.12～0.48
B	反覆した刺戟によつて泳ぐ場合	0.18～2.34	0.14～1.12	0.12～1.20

A　In case it swims rapidy by stimulation.
C.　Movement after stimulation is given.
B.　In case it swims by repeated stimulations.

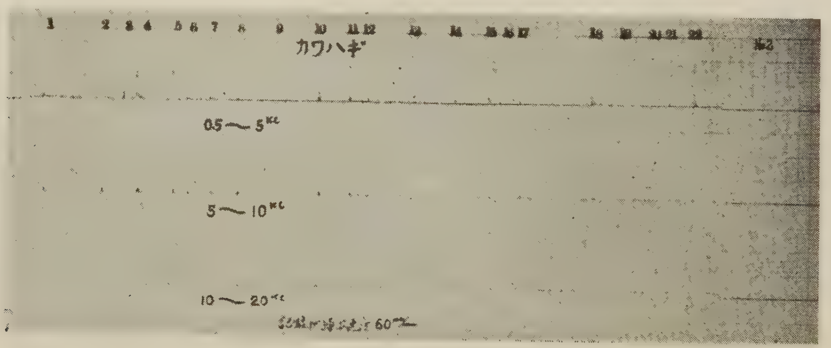
次に第 17 図に示すカワハギ8尾について、全く同様にして実験を行つた。刺戟により水面ではねて急速にもぐる場合が多かつた。



第 17 図 カワハギ
Fig 17 File fish

その実験結果を第 18 図に、騒音音圧を第5表に示す。ウミタナゴの場合と同様に騒音は超音波域にも及んでいる。

尚カワハギは歯をこすつて音を発することが知られている[5]ので色々実験を試みたが、季節的な関係の為か今回は測定出来なかつたので、後の機会に行う予定である。



第 18 図 カワハギについての実験記録
Fig 18 Record of experiment on file fish

第5表 カワハギの游泳による騒音音圧
Table 5 Sound [illegible]

挙動 (Action)	低域 (Low region) 0.5〜5 kc	中域 (medium region) 5〜10 kc	超音波域 (ultrasonic region) 10〜20 kc
戟戟により水面ではねて急速にもぐる場合	0.09〜2.52 μbar	0.14〜1.12 μbar	0.12〜0.96 μbar

In case it jump on the water surfase then dive rapidly by stimulation.

尚定置網に於てブリりの游泳音について同様の測定を行い、その騒音が超音波域迄発生していることは既に発表した如くである。[1]

(4) 岩に附着している生物についての実験

油壺湾の海岸で採取した第 19 図(a) に示す岩に第19図 (b) の如きセルプラ、トマヤガイ、ヒミズガイ、スズメガイ、ウノアシ、ヤドカリ、ダンゴムシ、フジツボ、ヘビガイ等が附着して居り、これについて水槽で実験を行つた。

第 19 図(a) 油壺湾の海岸で採取した生物の附着している岩

A rock on which creatures attached, collected in the beach at Abratsubo Bay.

1. セルプラ　5. ウノアシ
2. トマヤガイ　7. ヤドカリ
3. ヒミズガイ　9. ダンゴムシの一種
4. スズメガイ

この他フジツボ、ヘビガイ等がある

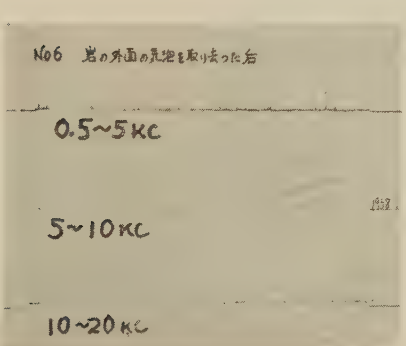
beside these balanus amphitrite, Thylacodes were found

第 19 図(b) 岩に附着している生物

Fig 19 (b) creatures attached to a rock.

実験結果は第 20 図に示す如くで、これらの生物はそれ程運動している様にも観察されないのに衝撃性の騒音音圧が頻繁に発生している。その値は第 6 表第 1 行に示す如く、低域では 1μbar 以上にも及ぶもので、前述のウミタナゴ 69 尾の游泳音に comparable である。

この岩についている生物の中ヤドカリはやや動きまわつているので、次にヤドカリについて



第 20 図 岩に附着している生物についての実験記録

Fig 20 Record of experiment on creatures attached to the rock.

第 21 図 ヤ ド カ リ

Fig 21 Hermit crab

1 Serpula　5. Acmala sachari...
2 Cardita cumingiana　7 Hermit crab
3 Pedipes jouani phillipinica　9 a species of

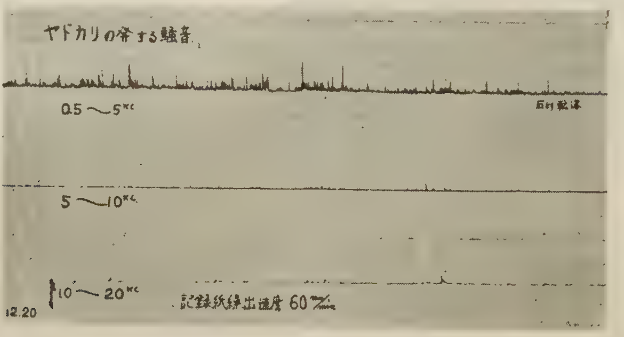
のみ実験を行つた。

第 21 図に示すヤドカリ約 30 個が水槽中の砂及び石の上で運動している場合について実験を行つた結果を第 22 図に示す。

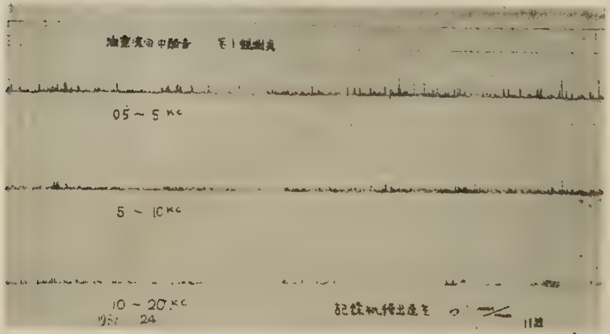
実験中のヤドカリの運動は、ヤドカリとしては比較的活発に運動していたものと観察出来る場合である。

第 22 図から判る如く、頻発する衝撃性の騒音であつて、その値は第 6 表に示す如く低、中、超音波域に及んでいる。この点は前述の岩に附着した生物に対する実験結果とは異つているが、聴音した音色には或程度の類似性があつた。そしてこれは海岸附近に於ける通常の海中騒音の音色とも類似性がある。

尚参考のため、第 23 図に油壺湾で測定した海中騒音の分析結果をかかげておくが、この様な記録上にも或程度の類似性が認められる。



第 22 図　ヤドカリについての実験記録
Fig 22, Record of experiment on hermit crab



第 23 図　油壺湾の海中騒音の記録
Fig 23 Record of sea-noises in Aburatsubo Bay

これらの騒音音圧を第 6 表に示す。

Table 6 Sound pressure of creatures on a rock and sound pr[essure]
第6表　岩に附着している生物の騒音音圧及び油壺湾の海中騒音の音圧並びに強度
and intensity of the noises in sea of Aburatsubo Ba[y]

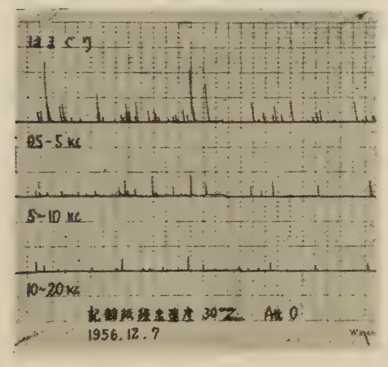
種類 species	低域 0.5～5 kc Low region	中域 5～10 kc medium region	超音波域 10～20 kc ultrasonic region
岩に附着している生物 creatures on a rock	0.27 ～1.26 μbar	0.28 μbar	0
ヤドカリ hermit crab	0.18 ～1.17 μbar	0.14～0.42 μbar	0.12 ～0.48 μbar
油壺湾の海中騒音 noises in sea of Aburatsubo Bay.	0.36 μbar 0.087×10^{-12} w/cm²	0.42 μbar 0.17×10^{-12} w/cm²	0.36 μbar 0.087×10^{-12} w/cm²

(5)　ハマグリ、アサリについての実験

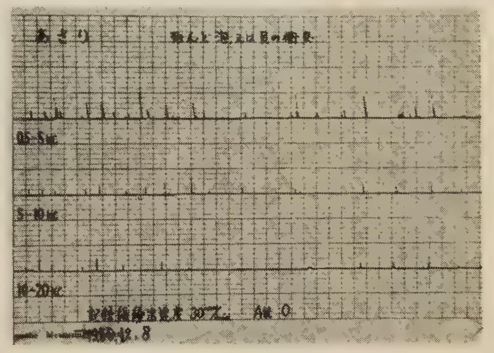
水槽中の砂及び石の上にハマグリ約 50 個を分布させて実験を行つた結果を第 24 図に示す。ハマグリは這つたり、互に衝突したり、或は気泡を出していた。

同様にアサリ約 100 個について実験を行つた結果を第 25 図に示す。

これらの騒音音圧を第7表に示す。何れも超音波域に及ぶ騒音を発生していることが判る。



第 24 図　ハマグリについての実験記録
Fig 24 Record of experiment on clam.



第 25 図　アサリについての実験記録
Fig 25, Record of experiment on short-necked clam.

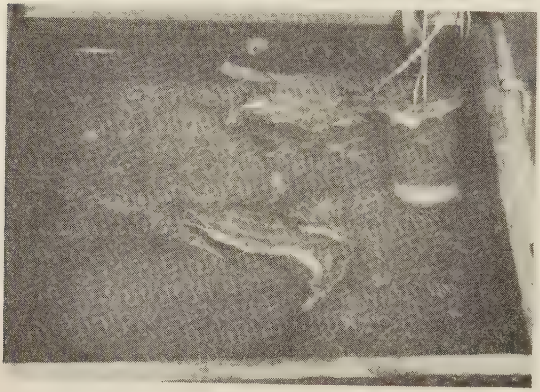
第7表　ハマグリ、アサリの騒音音圧
Table 7 Sound pressure of common shield clam & short-necked clam

種類 species	挙動 action	低域 0.5～5 kc low range μbar	中域 5～10 kc medium range μbar	超音波域 10～20 kc ultrasonic range μbar
ハマグリ common shield clam	運動中 In case it discharges bubbles while moving	0.09～1.72	0.14～0.56	0.12
	泡を出す場合	0.90	0.70	0.60
アサリ short-necked clam	貝が衝突し或は泡を出す場合 In case shellfish bumps against each other or discharges bubbles.	0.05～0.90	0.14～0.84	0.12～0.60

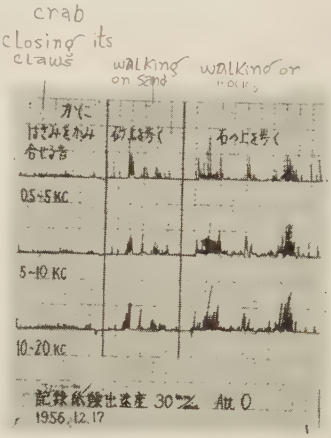
(6)　カニについての実験

第 26 図に示す如く、ガザミについて(5)項と同様にして実験を行つた結果を第 27 図に示し、騒音音圧を第8表に示す。この場合はきわめて著しい騒音が超音波域にも発生しているが、カ

ニの挙動を観察しているとはさみをこすつたり、砂或は岩の上の歩行する場合に発生するものである。



第 26 図　ガザミについての実験状況
Fig 26 Condition of experiment on blue crab



第 27 図　ガザミについての実験記録
Fig 27 Record of experiment on blue crab.

第8表　ガ ザ ミ の 騒 音 音 圧
Table 8 Sound pressure of blue crab

挙　　動 Action	低　域 0.5～5 kc low region μbar	中　域 5～10 kc medium region μbar	超音波域 10～20 kc ultrasonic region μbar
はさみをかみ合せる場合 In case of closing claws	0.18～0.45	0.14～0.56	0.12～0.48
砂の上を歩行する場合 In case it walks on sand	0.18～1.35	0.28～1.12	0.12～1.32
石の上を歩行する場合 In case it walks on stones	0.18～1.53	0.28～1.82	0.24～2.28

(7) 総　　括

第2表～第8表の騒音音圧をまとめて第 28 図に図示する。

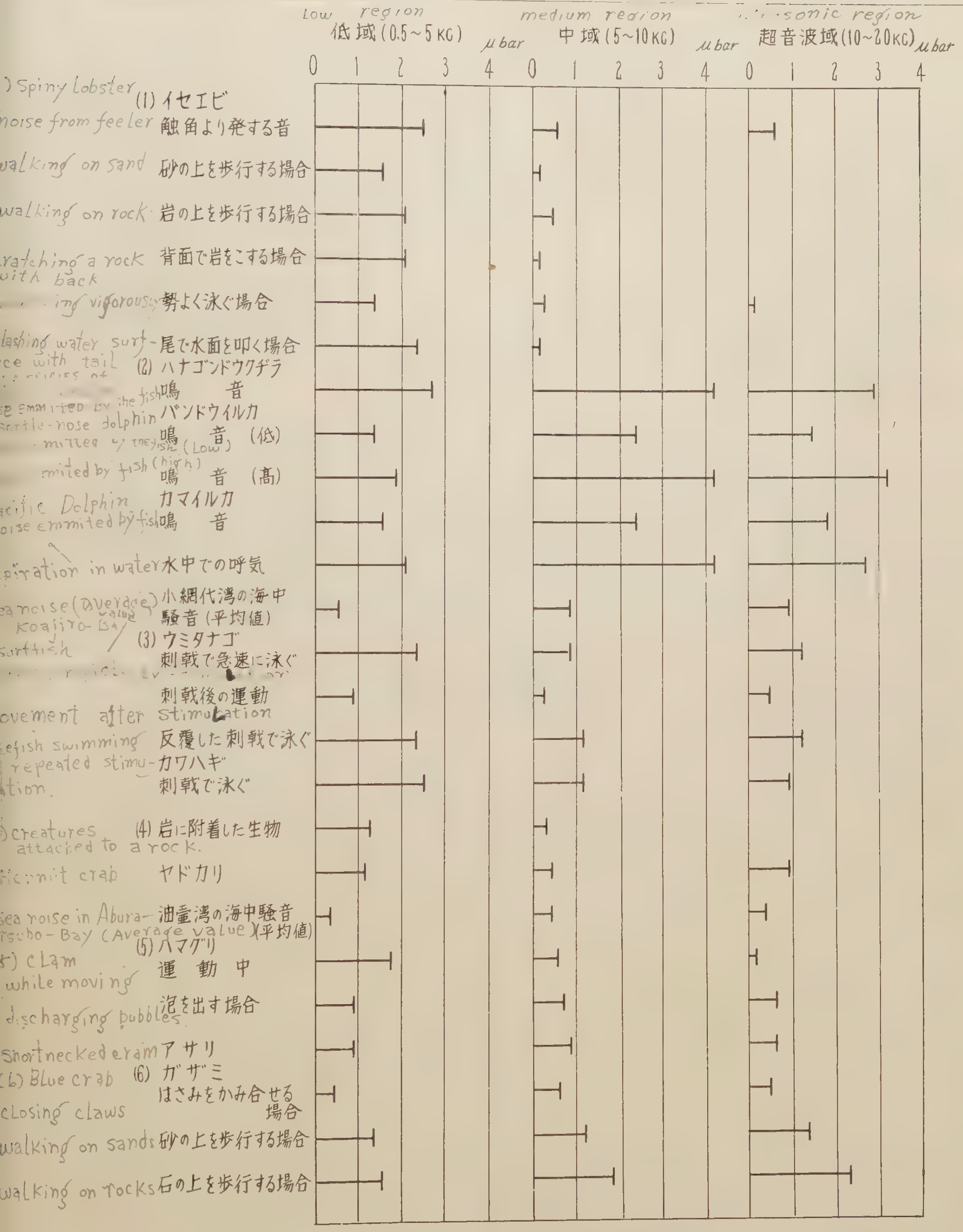
図中左端には生物の種類及び騒音の種類を示し、横軸には左から順に低域、中域及び超音波域の騒音音圧の最大値を示す。但し海中騒音は平均値を示してある。

4. む　す　び

海水中に於ける生物が如何なる超音波を出しているかについて実験を行つたものである。実験の資料も少なく、また水槽中で行つたものが多いので今後海上で多くの data を集積する必要があるが、実験を行つた範囲内では次の如くなる。

(1) 貝類（ハマグリ、アサリ等)、甲殼類（イセエビ、カニ）等が砂上、岩石上を歩行する場合、触角、はさみを動かす場合、貝が呼吸する場合に超音波を発生する。

(2) 海岸の岩石に附着するヤドカリ、セルブラ、トマヤガイ等が著しい超音波騒音源となつている。油壺湾などの如く、小さい貝類が無数に棲息する海面の海中騒音は、これらの小貝類を採集して行つた水槽実験の騒音分析結果と或程度の類似性がある。これは聴覚による騒音の音色の類似性ばかりでなく、低、中超音波域の3バンドに分けた音圧分析結果に於ても或



第 28 図　海中生物の発する騒音音圧

Fig 28　Sound pressure of noises made by creature in sea.

程度の類似性があるものである。

(3) クヂラ、イルカ等も超音波域迄及ぶ鳴音を発生する。またウミタナゴ、カワハギ等が急に方向を転換する場合とか、ブリの游泳音などにも超音波の component が含まれている。

(4) クヂラ、イルカ等の発生する騒音は特殊であり強度が大きいので、これらを捕促するのに聴音機を使用することも一方法と考えられる。又定置網の登りに就て測定したブリの游泳音の頻度と漁獲尾数との間に密接な関連性があることは既に発表した如くである。

(5) 一般に海中騒音は可聴周波数域に於ても超音波域に於ても沿岸より沖合の方が著しく小さい。その原因として海岸の波浪などによるものが少なくなるためもあろうが、生物による騒音が小さくなることもその原因の一つであろう。

本研究に御協力賜はつた東北大学菊池教授に愛謝申上げまると共に、本実験に協力された東京大学農学部檜山教授、草下講師、並びに東京水産大学学生大友恭、高桑史郎、神田隆介、西垣周博、片桐実の諸君に謝意を表する。

文　献

1) 橋本、西村、間庭：定置網に入るブリ魚群の騒音について、電気通信学会超音波研究専門委員会、昭和 31 年 7 月

2) 橋本、西村：久里浜湾に於ける水中騒音の測定、漁研技報第 9 号、昭和 31 年 9 月

3) 橋本、間庭：潮流及び潮汐と海中騒音に関する一実験、音響学会講演論文集、昭和 32 年 5 月

4) 久山：水中聴音に関する研究、水路部要報、昭和 28 年 6 月

5) 内田：本邦産発音魚類について、日本学術協会報告第 9 巻第 2 号、昭和 9 年 5 月

東支那海に於ける底魚用魚群探知機の実験

西　村　　実

Study on Fish-finder for Ground Fish on the East China Sea

by

Minoru NISHIMURA

TRANSLATION IN REPRINT FILE

ABSTRACT

The location of ground fish by a fish-finder is one of important problems in the Japanes trawl fishing. The auther has accumulted various fundamental experiments on this problem, the results of which have been already published in our Technical Report. On the basis of those experimental results, we have tentatively manufactured the three fish-finders of new types.

Since we have obtained a satistactory results from the field experiments for detecting king crabs on the Okhotsk Sea on which we will discribe in the following paper, we have successively attempted the field experiments on the trawling ground of the East China Sea.

The three apparatuses are designed under the below-mentioned conditions for increasing the discrimination power between the fish school and the sea bed: 1) the range on the recording paper has been enlarged, 2) the length of ultrasonic pulses has been shortened, 3) the beam angle of transducers has been made sharp, 4) the pulsing rate of ultrasonic has been increased per unit time, 5) the cathode ray oscillograph has been used in combination for the purpose of enlarging the sea bed and neiborhood in a width of 10 meters, 6) the circuit which eliminates one part of the recorded sea bed has been applied.

The main characteristics of these apparatuses are as follows:

	Type A	Tyye B	Type C
Frequency (kc)	200	50	50
Ranges (m)	0—100	0—50, 25—75	0—75
Pulse transmission	450/min	430/min	600/min
Recording paper			
width (mm)	210	150	150
speed (mm/sec)	30	30	32
Transducer	Balium titanate	Nickel	Nickel
	10ϕ (cm)	12×12 (cm^2)	8×9 (cm^2)

These three appratuses are installed aboard one of the two boat trawler of 100 gross ton; and the transducers on her same planking (Fig. 4).

The following are the experimental results:

1) As a result of the actual measurement, the capacity of each apparatuse for detecting a single ground fish were measured 180 meters when the boat was stopping (Fig. 3). When the boat was curising at a speed of 8 knots, the capacity of the 50 kc apparatus dropped to 100 meters because the running attenuation of ultrasonic waves and the running noise were measured 8 and 10 db respectively (Fig. 7). However, as for the apparatus, its capacity did not change even when the boat was on run, as the value of the above elements was smaller.

Even when the boat was running at a speed of 2 knots, many air bubbles appeared around the transducers on the rough sea and, the running attenuation for the 50 kc apparatus was measured over 15 db and the noises, over 28 db. Consequently the capacity for 50 kc apparatus was only 20 meters for a single fish. On the other hand, as for the 200 kc apparatuses, any noise did not appear and their capacity did not drop particularly, and furthermore even a single fish at a depth of 70 meters could be recorded clearly; while those phenomena were not observed on the 50 kc apparatuses. (Fig. 8). From those results was believe that the 200 kc apparatus is more applicable under various sea conditions.

2) After we made a continuous observation of the ground fish behavior with the fish-finders the whole day from morning to night every day. The fish school was clarified to move with the migration of sound scattering layer (D. S. L.) (Fig. 9); namely, during the night the recording paper was filled only with single fishes or D.S.L. and any fish school did not appeared (Fig. 13). In the morning when the sky was gradually turning gray, the D.S.L. begin to go down slowly at the rate of 20 to 30 meters per hour; and about sunrise, above the D.S.L. appeared the fish school, which went down slowly and finally reached in the neighborhood of sea bed when the D.S.L. disappeared near the sea bed within two or three hours after sunrise (Fig. 14).

In the day time, we could find many fish schools near the sea bottom (Fig. 15). But in the evening when the D.S.L. which began to rise slowly in the rate of 20 to 30 meters per hour appeared on the bottom, the fish school also began to rise toward the sea surface and dispersed about sunset and finally the record showed the state of night.

3) We observed the vertical distribution of ground fishes in the three layers of 0 to 2 meters, 2 to 4 meters and 4 to 10 meters above the sea bed. We have sumed up the total length of fish schools appeared on the recording paper every trawling time and layer during the whole experiment period. The results show that in the major tide the fish school is more numerous mainly in the layer of 2 to 10 meters; but in the neap tide, mainly in the above lowest layer. In this fishing ground there was a tendency that the catch of ground fishes at the major tide was smaller than that of the neap tide. Authors believes that this tendency is supported by the abovementioned results.

* 本実験は日本水産株式会社の協力を得て行つたものである。

1. 緒　　　言

我国の主要底曳漁場である東支那海では従来魚群探知機は余り活用されて居らず、魚類の生態等についても未知であつたため、水産業界では底棲魚類を探知する魚群探知機の出現が望まれていた。筆者等は 1954 年以来、多くの基礎研究及び海上実験を行い[1)2)]、その結果に基き、底魚用魚群探知機を試作した。本装置の第 1 回の実用実験を、底棲魚の一つである北洋のタラバガニ漁業で行つた結果、所期の目的を達する事が出来たので[3)4)]、それに引続き今回は東支那海の底曳漁場で実用実験を行つた。

東支那海の漁場は水深 40 乃至 120 m であつて、主たる漁獲物はグチ、ニベ、ハモ、タイ、タチウオ及びエビ等である。

実験は 1957 年 10 月 7 日より同 27 日までの間に第 1 図に示した漁場で行い。10 月 7 日より 20 日迄の間は田上丸（二艘曳機船底曳漁船）で、10 月 22 日より 27 日迄の間は天草丸（トロール漁船）で行つた。

周波数や記録方式等の異る三種類の底魚用魚群探知機をこれらの漁船に舷側装備して、底棲魚の単体の魚探能力の測定と各装置による底棲魚の記録像について検討を加えた。更に、これらの機械を用いて、魚群及び DSL の日周変化等を観測したのでその概要を報告する。

2. 実験装置の概要

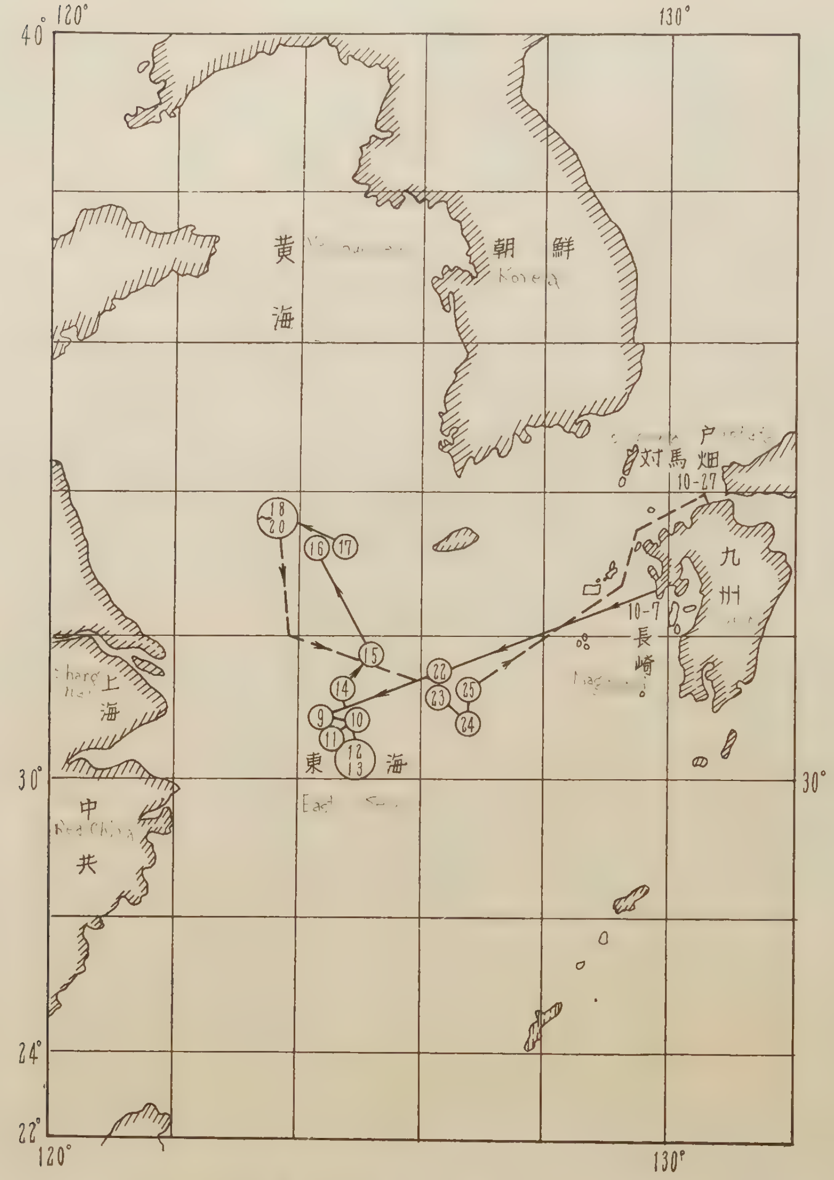
底魚用魚群探知機の設計試作にあたり行つた基礎実験によつて次の様な結果と設計条件が得られている[1)2)]。

記録式魚群探知機では 150 mm の紙巾に対し測深深度の目盛は 100 m 乃至 200 m であつたが、これでは水深 100 m 附近で海底上 1～2 m 位の魚群を海底と分離して記録させることが困難であつた。そこで 40 乃至 50 m の如く拡大表示させるとともに、探知精度を上げるために超音波パルスの発射回数を増やし、送受波器の指向性を鋭くし、更にパルス巾を短くした。上記の条件で底魚用魚群探知機を設計試作した所、記録式魚群探知機に於ても、従来海底と魚との分解能が約 1 m であつたものを 30 cm 迄にすることが出来た。

試作機にブラウン管式部分拡大の表示方法を併用し、海底附近のみを拡大することによつて分解能を 20 cm まで上げることが出来た。更に記録式で海底附近を見易くするため、海底像の一部を抑制する回路を附属させることによつてその分解能をあげることが出来た。

本実験で使用した 3 台の底魚用魚群探知機はこの様な条件の下で設計されたもので、それぞれの主な特性は第 1 表に示した通りで第 2 図にその外形を示す。特に I 号機では 200 kc を使用して居り、多重発射方式を採用した。

これらの底魚用魚群探知機の送受波器は実験船田上丸（鋼船 99.94 GT）及び天草丸（鋼船 270.3 GT）に舷側装備を行つた。

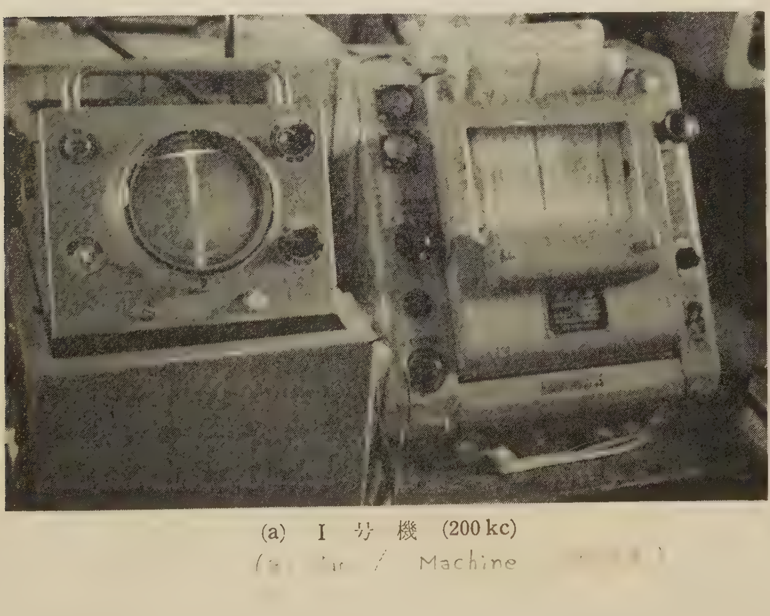


第 1 図 航 跡 図

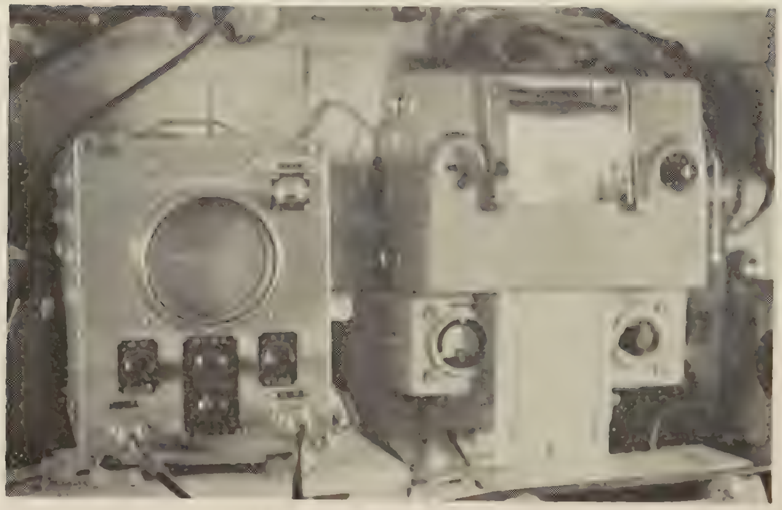
Fig. 1 Track of the Ship

第 I 表

機種 / 項目	I 号 機 漁研型底魚用A	II 号 機 漁研型底魚用B	III 号 機 漁研型底魚用C
周波数 (kc)	200	50	50
発振方式	真空管発振	蓄電器放電	真空管発振
測深レンジ m	0～100	0～50 25～75	0～75
記録方式	螺状導体 映像式併用	ベルト2本 映像式併用	円 弧 映像式併用
超超音波発射回数/min	450	430	150
紙送速度 mm/min	30	30	32
音波輻射面	チタン酸バリウム 10ϕ (cm)	ニッケル 12×12 (cm^2)	ニッケル 8×9 (cm^2)
附加装置	抑制回路	抑制回路	パルス巾可変



(a) I 号 機 (200 kc)



(b) II 号 機 (50 kc)

(b) No. II Machine (50 KC)

(c) III 号 機 (50 kc)

(c) No. III Machine (50 KC)

第 2 図　実験船の室内に装置された試作魚群探知機

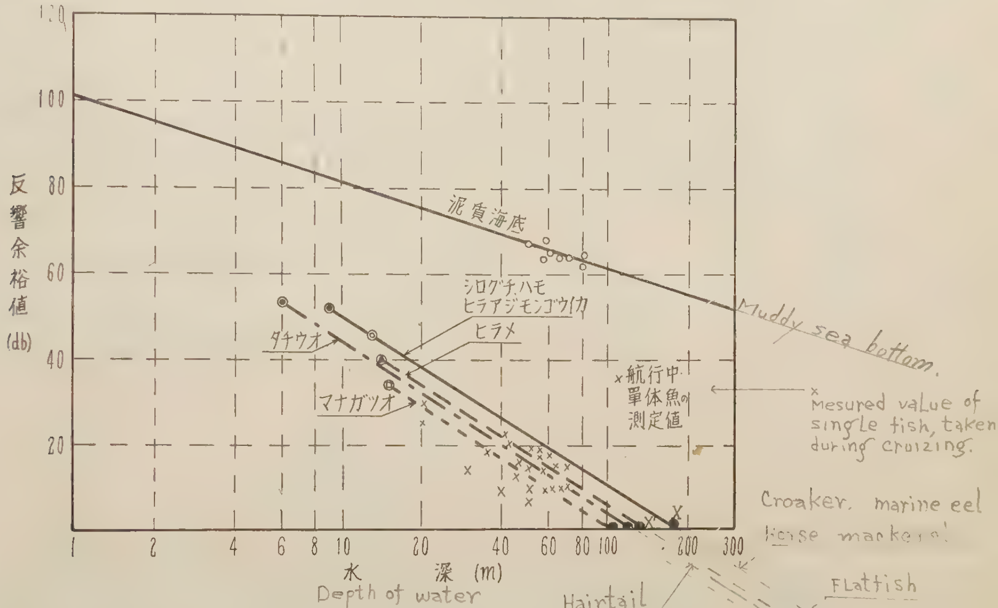
Fig 2. Tentative fish-finder installed in a room on the experimental ship

3. 単体魚の探知能力

(a) 停 船 中

実験用魚群探知機で単体魚を探知するにあたり、魚群の探知能力が問題になるので、今回はこの点に重点を置いて実験を行つた。東支那海で捕獲される魚種は既に述べた如く、グチ、タイ等であり、これらの超音波反射損失は前報に示した如くである。そこで停船中対象となる魚一尾を送受波器の直下の任意の深さに沈め、魚の反響余裕度を測定することによつて探知能力を実験的に求めた。第3図に於て、横軸に m で表わした水深、縦軸に db で表わした反響余

裕値をとり、各魚種の反響余裕値をプロットする。各々の測定点を通る単体魚の減衰曲線の延長線と、0 db に於ける横軸との交点 X, X′ より停船時の単体魚の探知能力を求める事が出来る。第 3 図は Ⅲ 号機 (50 kc) についての特性で、これによればシログチ、ハモ、ヒラ及びイカの探知能力は 180 m, ヒラメ、130 m. タチウオ、120 m, ナガツオ 100 m である。50 kc の Ⅱ 号機については、特に実験を行わなかつたが、同一場所に於ける海底の反響余裕値が、殆ん



第 3 図　単体魚の探知能力（停船中）

ど同じであるので、単体魚の探知能力は Ⅲ 号と略同じであると考えて差支えない。

次に 200 kc の Ⅰ 号機では、送受波器の指向性が鋭く、且つ測定時船の動揺のため正確に単体魚の反響余裕値は求められなかつたため探知能力は実験的に確められなかた。然しながら泥質の海底について同一場所で 50 kc の Ⅲ 号機と海底の反響余裕値の比較測定を行つた結果、200 kc の方は 3~4 db 低かつたが、海底が泥であつたことと、魚体の反射損失が超音波の周波数の平方根に逆比例して少ない事[5] を考え併せると 200 kc でも 50 kc と同程度の探知能力を有するものとみて差支えない。

Ⅲ 号機で求めた単体魚の探知能力を確めるために、実験船が微速（約 2 kt）で曳網中に海底附近に認められた単体魚と思しき記録像の反響余裕値を測定した結果、第 3 図中に×で示した様な値となり、実測値がほぼ単体魚を垂下してその反響余裕値を測定した曲線と一致することが判明した。

(b)　航　行　中

船が航走中は探知能力は走航減衰或は走航雑音のために低下する。今回の実験では各装置の送受波器は、これらの影響を少なくするため第 4 図に示す如く（田上丸の場合）舷側装備を行つた。

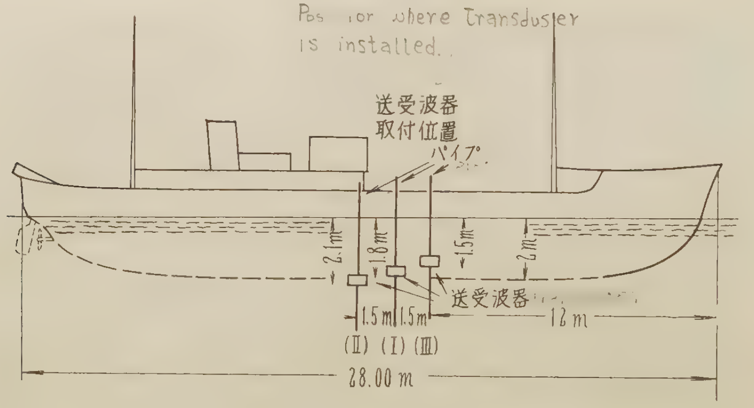
50 kc 及び 200 kc の魚群探知機について静かな海面で走航減衰量を測定した結果は第 5 図に

示した通りで、50 kc では 200 kc に比べて走航減衰が 6 db 多いことがわかつた。次に走航雑音量の測定を行つた結果は第6図に示した通りであつて、50 kc では 8 kt で 10 db にあるに対し 200 kc では雑音は認めなれない程度であつた。

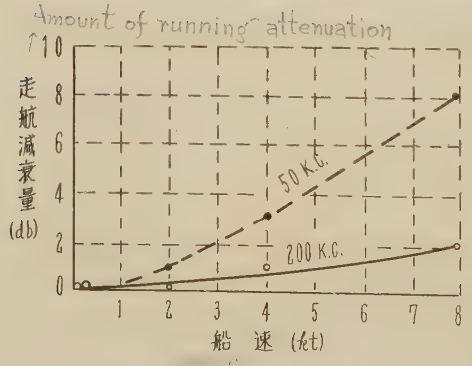
この走航減衰及び雑音量を考慮して航走時の単体魚の探知能力を求めると[6] 第7図の如くになる。この図で走航減衰量を各単体魚の減衰曲線の下方にとり曲線 ② 雑音量を横軸に平行に引けば (A) これらの交点 (Y) が探知能力を示している。シログチでは、60 m, マナガツオでは 40 m に探知能力が低下する。

（c）　荒天の場合

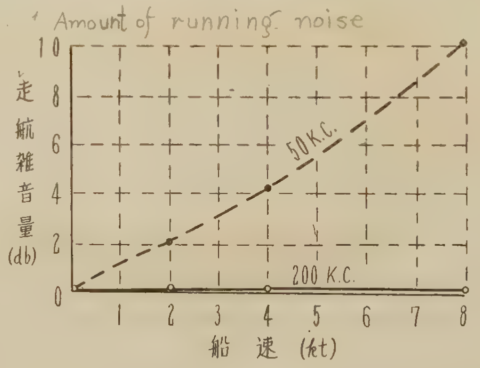
東支那海では可成りの悪天候でも操業を行つているが、荒天中には船が微速で航行中でも、船のローリング或はピッチングのために送受波器の周辺に多数の気泡が認められ記録上に雑音が現われた。10 月 16 日より 18 日までの間第 2 表に示す海況で走航減衰量及び雑音量を測定した結果は第 3 表の通りである。



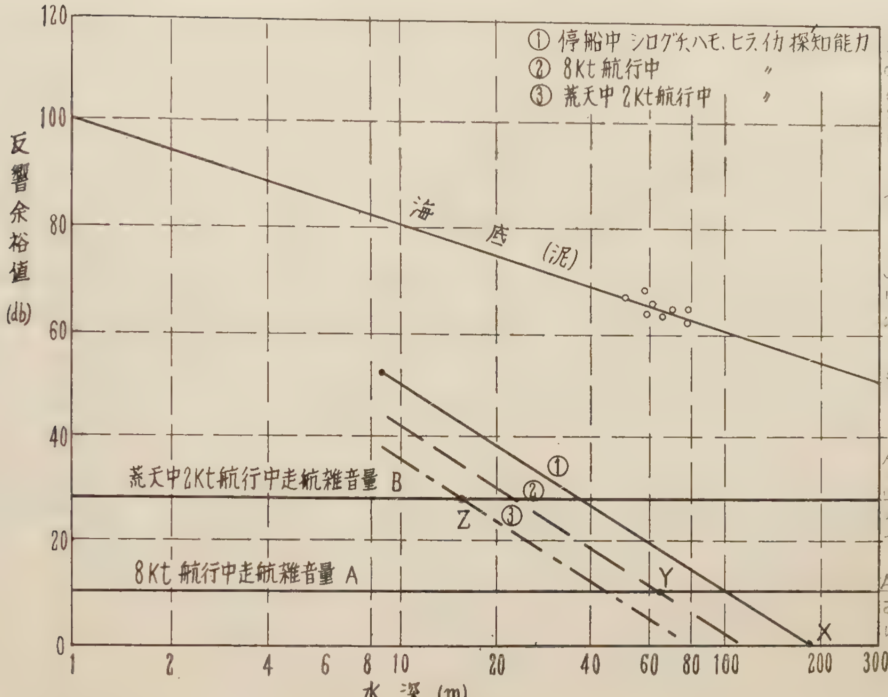
第 4 図　舷側装備方法



第 5 図　走航減衰量

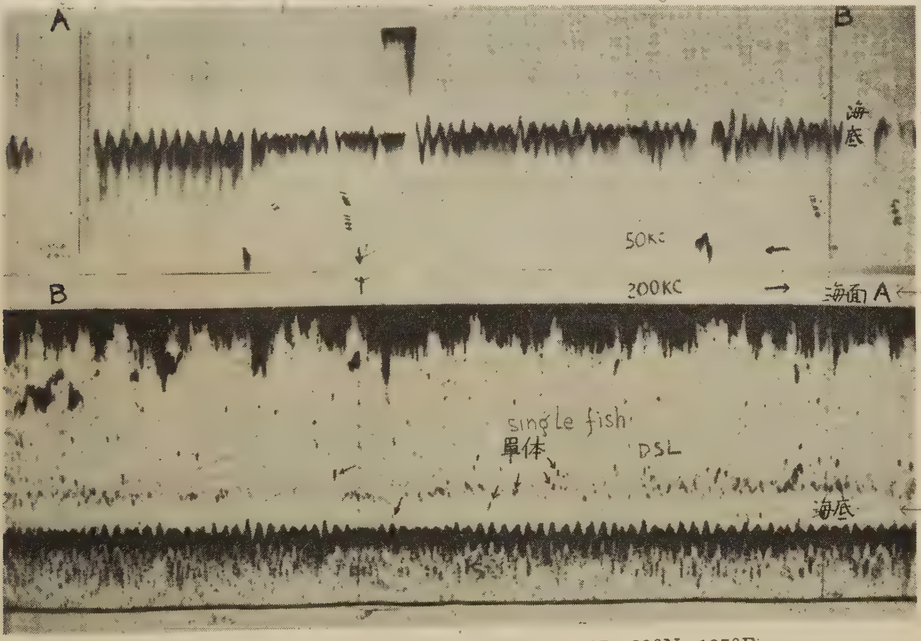


第 6 図　走航雑音量



第 7 図　航行中及荒天時の単体魚の探知能力

Fig. 7. Detection power of single fish while cruizing and in a stormy weather.



第 8 図　荒天中単体探知記録 (1957. 10. 17—33°N, 125°E)
(200 kc の縞模様は 50 kc 機のインダクション)

(1957. 10. 17 ～ 33°N. 125°E)
(A striped pattern on 200 KC is induction of 50 KC machine.

第 II 表

10 月 16 日より 18 日迄の荒天のデーター*

(1) 風　速	平均 15 m/sec		瞬間最大	25 m/sec
(2) 風　向	N.	(3)	波の方向	N
(4) 船の進路	N. (迎風迎波)			
(5) 波	波長 L_W=50～70 m		波　高	H_W=3.5～5 m
	周期 T_W=6～8 sec			
(6) 船の動揺				
ローリング	周期 6～7 sec			
角　度	平均 ±8°, 最大右 23° 左 13°			
ピッチング	周期 4～4.5 sec			
角　度	平均 ±5°, 最大 艏 15°, 艉 8°			

第 III 表

周波数 k.c.	静穏時停船中 海底マージン(db)	荒天時 2 kt 航行中 海底マージン(db)	走航減衰量 (db)	走航雑音量 (db)
50 (II 号 機)	68	54～58	14～10	28
50 (III 号 機)	69	56～61	13～ 8	26
200 (I 号 機)	67	58～60	9～ 7	0

50 kc ではいづれの機械についても走航減衰量及び走航雑音量は 200 kc のそれに比べて多く、特に 200 kc では殆んど雑音が認められなかつた事は特筆すべきである。第 7 図に於て航行中に於けると同様に荒天中での単体魚の探知能力を求めると、曲線 ③ と直線 B との交点 Z より、シログチでは僅かに 20 m にすぎないので 100 m 位の深度の海底の単体魚は探知することが出来ない筈である。

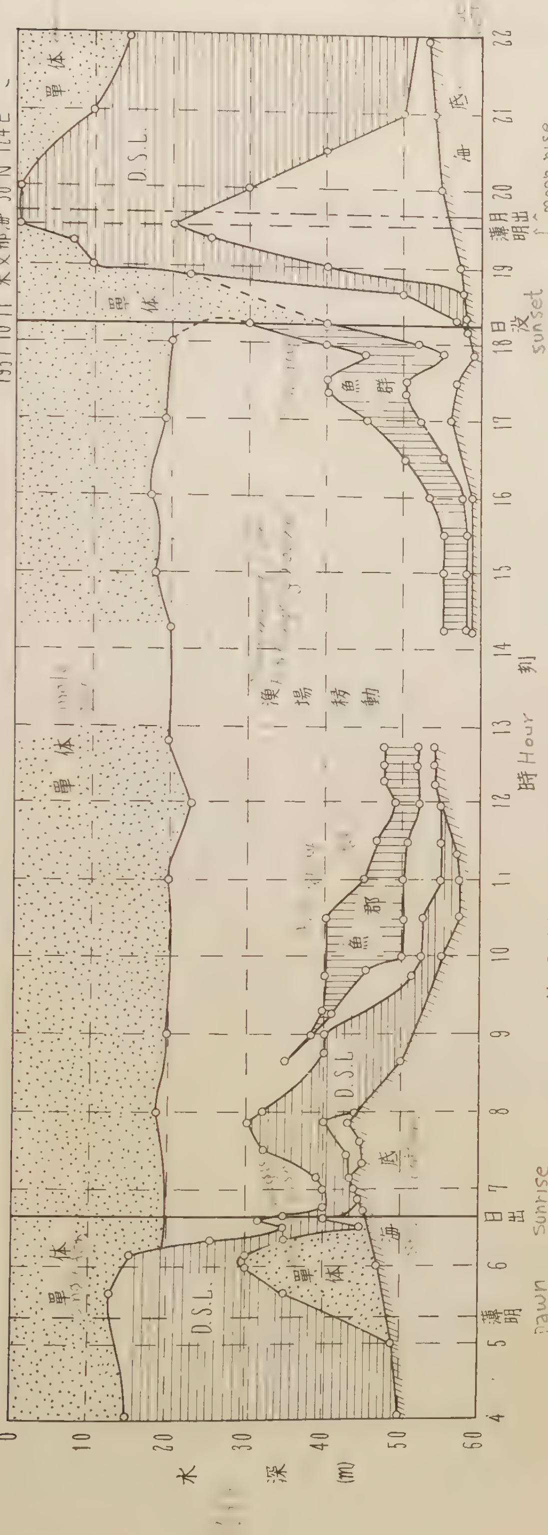
第 8 図は上記の測定を行つたときの同時記録で、上は 50 kc, 下は 200 kc の底魚探知の記録である。50 kc に於ては海底が所々消滅しているのに対し 200kc では殆んど消えておらず、又海底附近の単体魚も明瞭に記録されている。

4. 魚群及び DSL の日周変化

底魚用魚群探知機で実験海面の記録を連続してとると、魚群は DSL と関連しつつ日周上下運動を行つている。

（1） 10 月 9 日～12 日（南部漁場）第 9 図には一例として 10 月 11 日の魚群と DSL との関係を示しており、この期間中は他の日の状況も殆んど同じ傾向を示していた。即ち夜間は表層から海底にいたるまで単体魚或は DSL 若はその混合したものが見られるが、日出前後に DSL は表層より海底にむけ毎時 25～30 m 位の速度で降下し、日出後 1 時間乃至数時間のうちに海底に達して記録上では見えなくなる。一方日出後からこの DSL の下降するに従つて魚群が現われ、DSL の消滅とともに海底附近に達する。夜間広い分布をしていた単体魚は、一部

* 土屋技官の測定による。



第 9 図　10 月 11 日の魚群及びDSL の日周変動

は表層 5 乃至 10 m 以内の深度の所に残留するが、他の一部は群をなして下降するものと考えられ、昼間は表層の単体魚の層と下層の魚群或は単体魚とはつきり区別される。

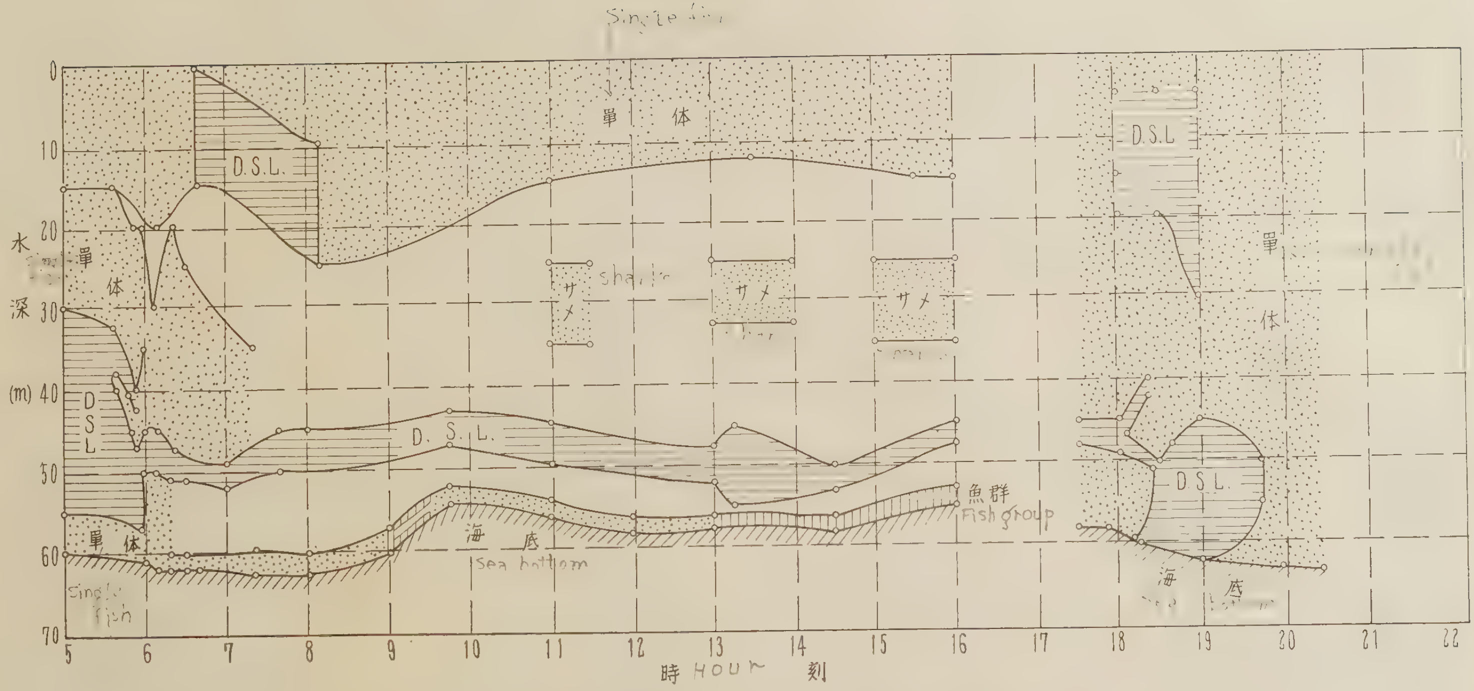
夕刻、日没前になると、海底附近の魚群は、DSL の発生とともに上昇を開始する。DSL は朝方とは逆に表層にむけて毎時 25 乃至 30 m の速度で上層にむけて上昇し、薄明が終る頃には夜間の状態となる。魚群は DSL の上昇とともに分散して夜間は全然魚群が見られない。

（2）　10 月 13 日～20 日（南部及び北部漁場）第 10 図には一例として 10 月 15 日の魚群と DSL の関係を示しておいた。DSL は上記の (1) と略同様に日出後下降し、日没後上昇するが、昼間でも、海底より 10 乃至 20 m の層に停滞し、この層より上方には殆んど魚群が認められず、下方のみに密集した底魚或は浮上している魚群が認めらる場合が多かつた。又 DSL の上昇或は下降がはつきり認められなかた事もしばしばある。

（3）　10 月 22 日～25 日（東部漁場）第 11 図に示した如く DSL は略 (1) と同じ様な移動をするが、漁場の相違もあつて、一概には言えないが海底附近には魚群は殆んど認められず単体が点在する程度である。以上の観測中の水温の垂直分布の測定を行つた結果を第 12 図に示したが、温度傾度が急な点は見られなかつた。

（4）　魚探記録

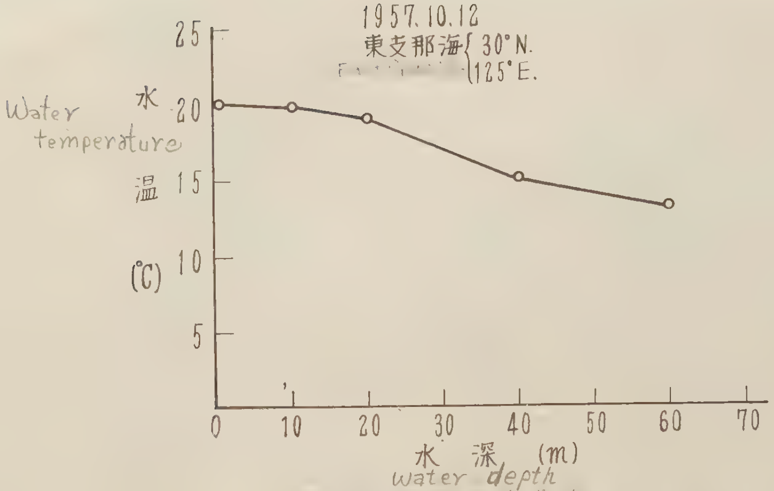
（a）　夜間の記録　第 13 図は 10 月 14 日夜間の魚の状況を示すもので、上方が、50 kc 下方が 20 kc の同時記録で、表層から海底にいたるまで単体魚のみが認められている。



第 10 図　10 月 15 日の魚群及 **D. S. L.** の日周変動 (32°N, 125°E)

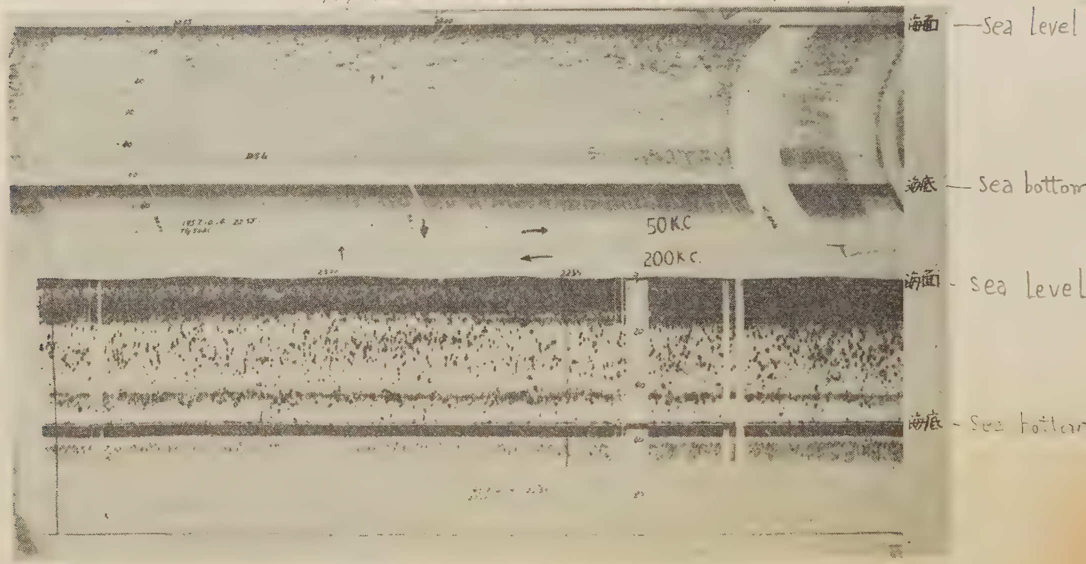
Fig 10. Oct. 15, Diurnal variation of fish group

第 11 図 10 月 23 日の魚群及 D. S. L. の日周変動 (31°N, 126°E)



第 12 図 水温垂直分布

Fig 12 Vertical distribution of water temperature



第 13 図 夜間記録 (1957. 10. 14, 23.h00, 31°N, 125°E)

Fig 13 Record at night time (1957. Oct. 14, 23h00, 31°N, 125°E)

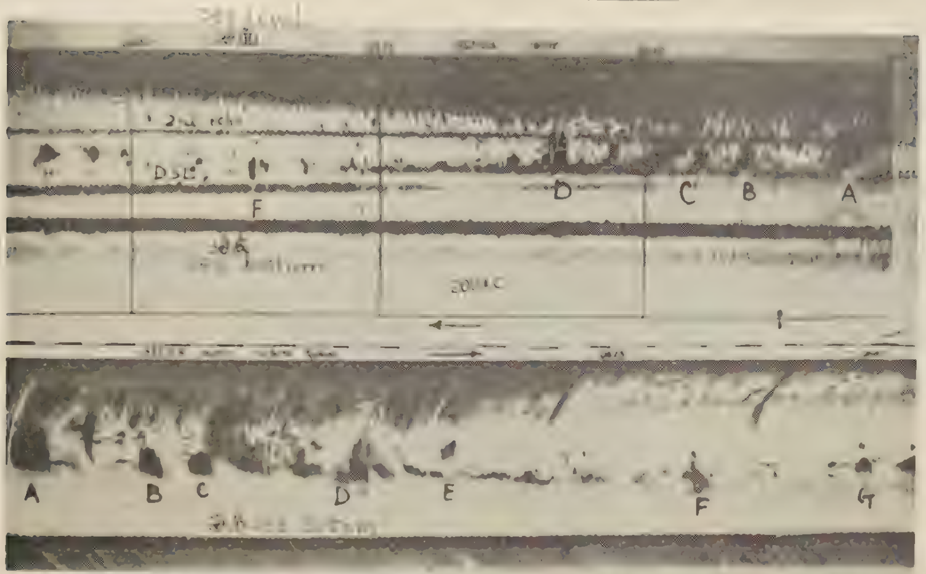
50 kc では送受波器の指向性のビームが広いために単体は山型を為し、それに反して 200 kc ではビームが鋭いため、単体魚の直上のみに於て感度があるので点になつて現われている。

(b) 日出時の魚群の記録

第 14 図は 10 月 16 日朝方降下途中の魚群の状況を示すもので、上方は 200 kc、下方は 50 kc の同時記録であつて図中の A, B, C…… は夫々対応しており、50 kc では右方に、200 kc では左方に DSL の一部が認められている。

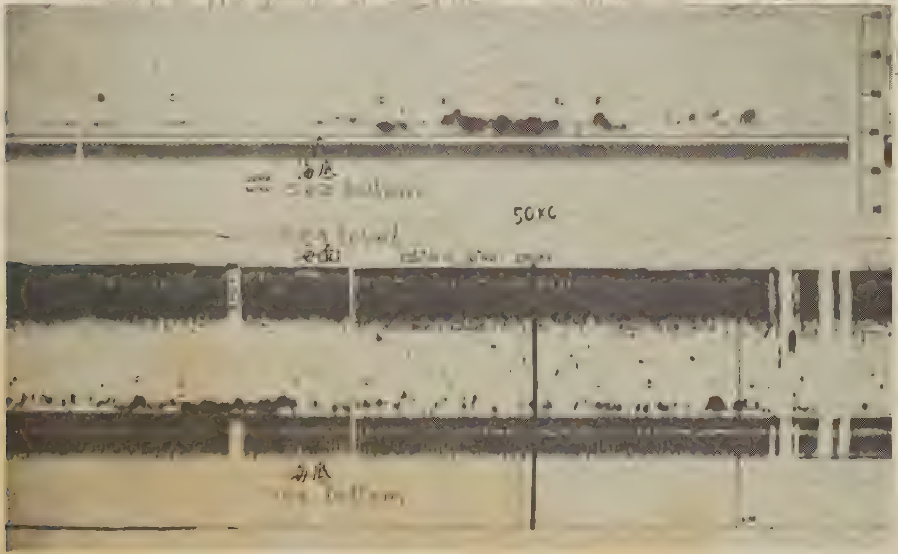
(c) 昼間の魚群の記録

第 15 図は 10 月 12 日昼間の魚群の状況を示しており、上は 50 kc、下は 200 kc の記録で



第 14 図　[illegible] 1957. 10. 16, 06 h00～, 33°N, 124°E, [illegible] ABCD [illegible]

Fig. 14 [illegible] ABCD in these pictures are fish groups [illegible] to each other.



(a)　記　　録 (a) Record

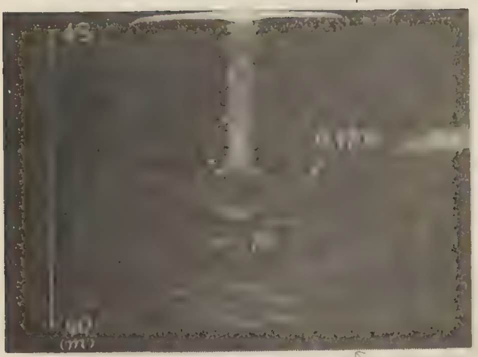
第 15 図　[illegible] 1957. 10. 12, 10 h40～, 30°N, 125°E. ABC [illegible]

[illegible]

あつて、[illegible] A, B, C [illegible] を抑制する回路で海底像の一部を消去しているために、魚群が海底に附着しているか、分離しているかをはつきり見分ける事が出来る。

第 16 図は 10 月 20 日、キグチが実験期間を通じ比較的大量に捕獲された時の 50 kc の記録であつて*、この記録をとつた場合は魚群が海底上 1 m 以内に密集していることが判明する。

* 実験期間中、平均漁獲は一網魚函 20～30 函であつたのに対し、当日は 70 函であつた。

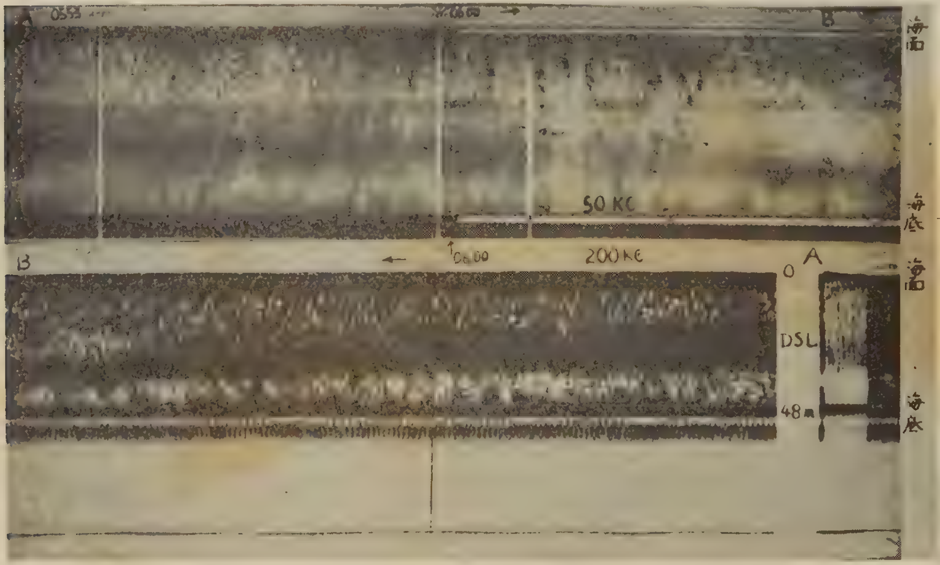


(b) 映像 (200 kc)
(b) image (200KC)

(d) DSL の記録

第 17 図及び第 18 図は 10 月 12 日朝方に得られた D.S.L. の記録で、上方は 50 kc、下方は 200 kc のそれである。第 17 図は午前 6 時頃 D.S.L. が降下途中のものであつて、200 kc では 50 kc に比べて明瞭に記録されている。又第 18 図は D.S.L. が海底に達して消滅する前後の記録で（午前 6 時 40 分）海底像の一部を消去する事により D.S.L. と海底とがはつきり[illegible]されている。[illegible]部では D.S.L. と魚群が連つている様な記録が認められるが、この様な魚群は、日出及び日没時にしか認められない事より、D.S.L. 内にいる魚が D.S.L. の下降（上昇）途中で魚を[illegible]（[illegible]）する[illegible]が認められる。

第 16 図 [illegible] 70 [illegible] 1957. 10. 20, 10h40～, 33°N, 124°E)
Fig 16. Record in daytime —— croaker 70 caces (1957. Oct. 20, 10h40～,



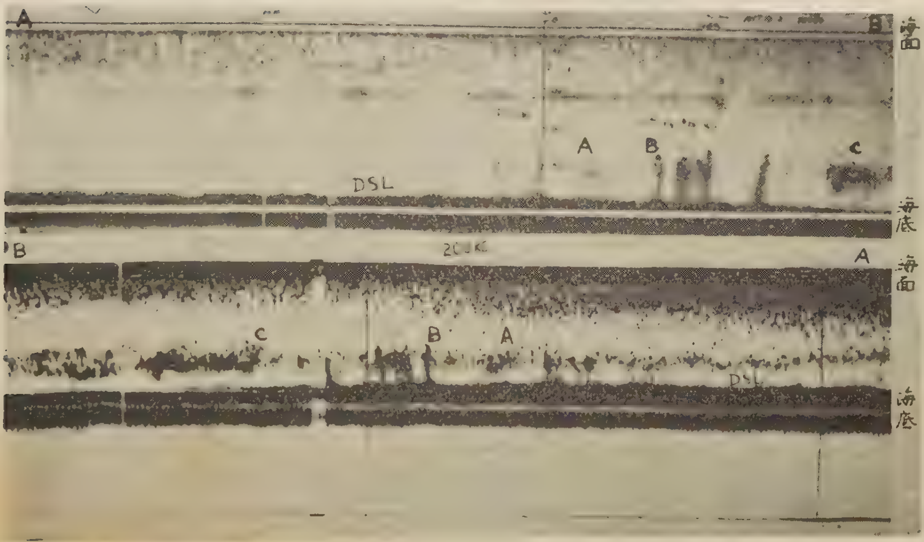
(a) 記 録

第 17 図 DSL 記録又映像（降下中 1957. 10. 12, 06.h00～, 30°N, 125°E)

Fig 17. DSL Record & image (during descent 1957 Oct. 12
06. h00～, 30°N, 125°E)

(b) 映像 (200 kc)

b) Imac...



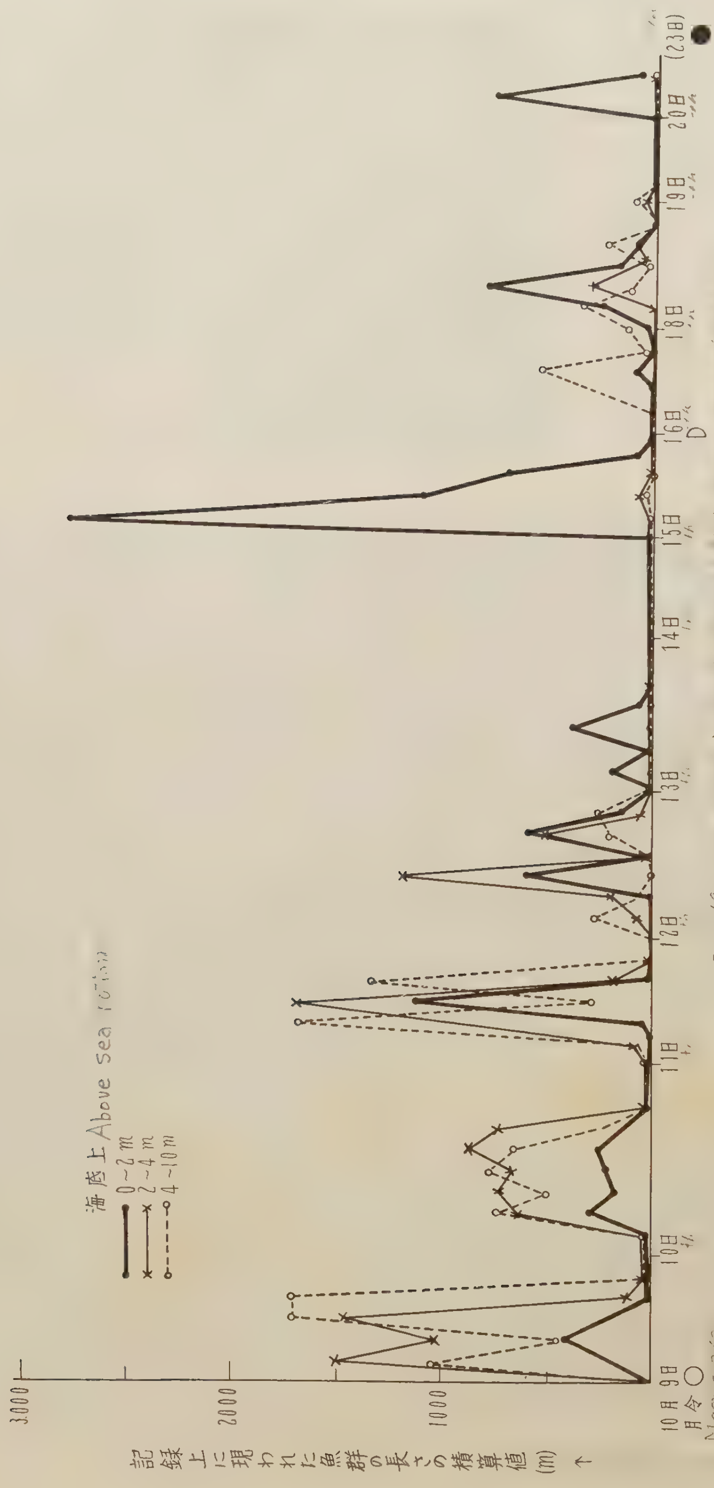
第 18 図　DSL 記録 (DSL, 底着, 魚群集合, 1957. 10. 12, 06h30～, 30°N, 125°E)

Fig 18. Record of DSL. (DSL. Reaching the bottom, swarm of fish grou... 1957 Oct 12, 06h30～, 30°N, 125°E)

5.　底魚の底魚息深度と月令

実験期間中、曳網時*に魚群探知機を作動させ記録上から各網について、魚群の長さの積算値を、海底上 2 m 迄、2 m より 4 m 及び 4 m より 10 m 迄について求めると、第 19 図の関係が得られる。横軸は曳網の日及び次数を示し、縦軸は m で表わした魚群記録の長さの積算値を示していて、太い実線は底上 2 m 迄、細い実線は 2～4 m、破線は 4 m～10 m の魚群である。10 月 9 日は満月で、14 日までは従来余り漁獲のないといわれる大潮、16 日から朔の 23 日

* 1回の成網時間は昼間 1 時間 20 分夜間 2 時間で, 1 日 8～9 回行う。



第19図 底魚の棲息深度と月令

Value of addition of fish group length appear on re...

までは好漁の小潮である。9日から14日迄は海底上 2m 迄よりも 2m 以上に多く魚群が見られるが*、15 日以降は主に 2m 迄の魚群しか見られず、実験期間中の短い観測ではあるが、漁獲の良否と魚群の生態とが同一の傾向を示しているように思われる。

む　す　び

以上述べた如く底魚用に試作したこれらの魚群探知機はいづれのものについても所期の如く、東支那海の底曳漁場で実用に供しうることがわかつた。本試作装置の基礎条件と、今回の実験に依つて得られた結果から底魚用魚探知機の設計条件を示せば下記の通りである。

1. 記録方式としては拡大表示のものが良い。
2. 超音波発射回数は 1 分間に 450 回程度に多くすることが良い。
3. 本実験の記録上より魚群の密度を判断すれば密度が小さいので、単体魚を対称にする必要があり、荒天に於ても 100 m の深さに居る単体魚を探知する能力を持つものであることが望ましい。試作実験を行つた3種類の魚群探知機を比較すればI号機 (200 kc) はこれらの条件を満足するように考えられる。I号機では荒天時に於ても 60 m の水深の単体魚を明瞭に探知する事が出来た。

底魚用魚群探知機の観測結果から、東支那海に於ても DSL が他の実験海面と同様に日周変化をする事が認められた。従来東支那海に於ては大潮の場合、底棲魚の漁獲が少ないといわれていたが、実験結果からも大潮の場合底より 2 m 迄に棲息する底棲魚は少なく、この範囲を曳いている現在の底曳漁業に於ける上記の傾向と一致した data が得られた。所が本実験結果を整理すれば却つて 2～4 m 若は 4～10 m の範囲に多数の魚群が居る事がわかつたので、将来漁具を改良すれば大潮に於ても相当の漁獲をみるであろう。

〔謝　辞〕

擱筆するに当り御懇切なる御指導をいただいた当研究室橋本博士、東北大学菊地喜充教授に感謝の意を表するとともに、本研究に協力された日本水産株式会社、長崎支社、戸畑支社及び田上丸、天草丸乗組員各氏に謝意を表する次第である。

文　　献

1) 橋本、西村、間庭： 底魚用魚群探知機に関する研究、漁研技報第9号、昭 31. 9.
2) 橋本、間庭、西村、宮島： 24 kc と 200 kc 超音波による底魚群探知の対比、日本音響学会研究発表会　昭 31 年 11 月。
3) 橋本、西村、山本： 魚群探知機によるタラバガニの探知について
電通学会超音波研究専門委員会資料 1957. 11. 21.
4) 台田、山本、橋本，西村： 魚群探知機によるタラバガニの探知、日本水産学会秋期大会講演予稿　昭 32. 10. 8.
5) 橋本： 漁船研究室報告第2号 1956 年、水産庁。
6) T. Hashimoto. Report of Fishing Boat Laboratory Dec. 1953.
7) (5) 参　照

* 底曳網の曳網中の高さは、今回の実験に於て、葉室技官の測定によれば 2～2.5 m であつたので、海底上 2 m 以上の魚群は漁獲されない。

〔附 録〕

底魚用魚群探知機の設けに当り送信出力及び受信感度を決定する場合には、漁場で捕獲対称となる魚種の超音波反計損失、DSL の反射損失等の値が必要であるので、今回の実験中にこれらの測定を行つた。

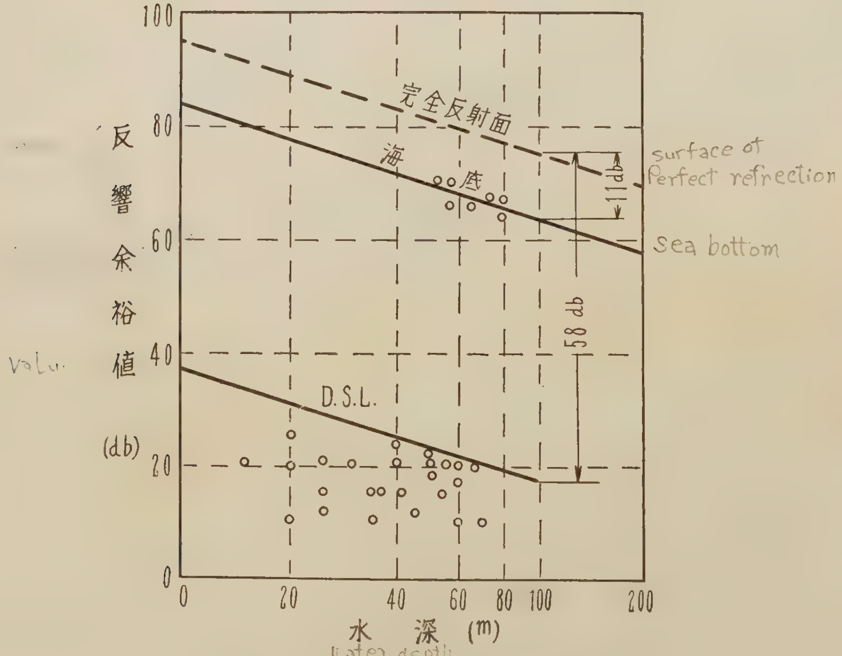
（1） 魚体の反射損失、東支那海の主要魚種であるグチ、タチウオ、ハモ、シタビラメの 50 kc についての反射損失を測定した。測定に当つては、潮流の早いこと及び船を安定して保てないので、測定を迅速に行うためにビン玉（10 cm 径反射損失 32 db）による間接測定法で行つた。第Ⅳ表に魚体の大きさと各魚種の反射損失とを示しておいた。

第 Ⅳ 表

魚　種	体　長 (cm)	体　重 (gr)	反射損失 (db)
紋甲イカ	30	1200	24
白グチ	27	260	26
タチウオ	73	450	29
ハモ	64	410	28
マナガツオ	37	820	37
ヒラ	41	450	27
赤舌ビラメ	32	190	30

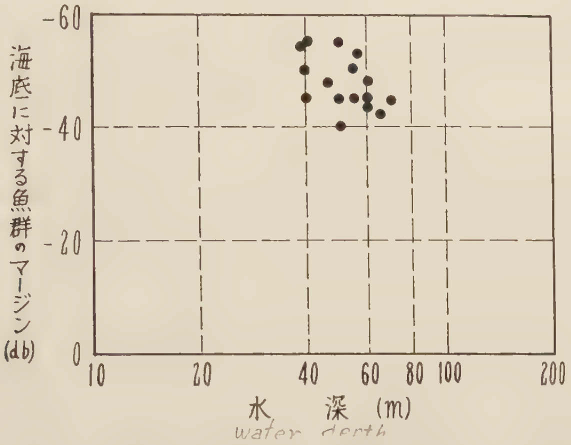
Reflection loss of D.S.L

D.S.L.の反射損失



第 20 図　DSL の反射損失

Fig 20 Reflection loss of DSL



第 21 図 海底に対する魚群のマージン

FIG 21 Margin of fish groups to the sea bottom

（2） DSL の反射損失

航行中記録に現われた DSL の反響余裕値と、そのときの海底の反響余裕値とから間接法によつて 50 kc での DSL の反射損失を求めれば、第 20 図の如く、58 db 以上であつた。（但しこの海面では底質は泥であるので海底の反射損失は 11 db であるとして計算した）。

（3） 海底に対する魚群のマージン

東支那海に於ける底棲魚群は記録上より判断するに一般の漁場の場合に比べて小さく。従つて指向性の開角が魚群をカバーするかどうか判明しなかつたので、魚群の反響余裕値と海底のそれとから、間接法によつて魚群の反射損失の値を求めることが出来なかつたが、参考のために各曳網中に於て測定した海底反響余裕値とその時に現われた魚群の海底に対するマージンの差を 50 kc について求めれば第 21 図の如くになり、最大の値は－40 db であつた。

魚群探知機によるタラバガニの探知について*

橋 本 富 寿　西 村　実

Detection of King Crab by Fish-finder

TRANSLATION IN REPRINT FILE

by

Tomiju HASHIMOTO and Minoru NISHIMURA

ABSTRACT

The fundamental research on the detection of king crab has already been conducted in 1955 and 1956 on the fishing ground of Okhotsk sea and following these researches we have continued to make many fundamental experiments for the developement of new apparatuses.

Accordingly, we have tentatively manufactured three apparatuses applicable to the detection of king crab and made a utility experiment of them on the above-mentioned ground last year.

The main characteristics of these apparatuses are as follows;

	No. I	No. II	No. III
Frequency (kc)	200	50	50
Range (meter)	0—50	0—75	0—50
Indicator	Herical type with C.R.T. (Carbon Recording Trace)	Rotary type with C.R.T.	Belt type with C.R.T.
Pulsing rate	900/min	600/min	430/min
Recording paper width (mm)	210	150	150
Transducers	Barium titanate 10ϕ (cm)	Nickel 8×9 (cm^2)	Nickel 12×12 (cm^2)

The capacity of these apparatuses was first measured to determine if they could detect a single crab at a depth of above 100 meters. Their capacity was also measured for a single male crab and a single flat fish at the depths of some 300 and 50 meters respectively as shown in Fig. 2, and we can conclude that these apparatuses are sufficient for our requirements.

The correlation was first investigated between the number of single fish echo appeared on the recording paper of fish-finder in casting the tangle net to the

＊ 本研究は北洋水産株式会社の協力のもとに行つたもので、同社山本正氏との協同研究である。

bottom and that of total crab-catches hauled the next day of 12 to 20 hours later. The same investigation having been made over 100 times, we could reach a conclusion that there is certain correlation between the two values as shown in Fig. 7, namely the more the number of single fish is calculated, the better the fish catch is gotten.

On the Okhotsk sea area we often observed D.S.L., namely that in 28 times out of 58 when the tangle net were casted. By analyzing the correlation between the D.S.L. and the catch of crabs, we came to the conclusion that in 43 instance out of 58 (74%) there is a correlation between the two observed value that the crab-catches were better in case of making D.S.L.'s appearence, and otherwise the catches were fewer or nothing.

1. 緒　　言

カムチヤツカ半島西岸オコツク海に棲息するタラバガニ〔*Paralithodes camtschatica* (Tilesius)〕を魚群探知機によつて探知するために昭和30年と31年に同海域の漁場で実験を行つた。その結果にもとづき、その後ひきつづき海底とカニとの分解能について検討を加え、これらの結果については既に発表した通りである。**[1)2)] 本年度に於てはカニ探知用の魚群探知機を新たに試作し、前2回の現地実験に引続き第3回の現地での実用実験をカムチヤツカ半島西岸沖合タラバガニ漁場で行つた。

実験は昭和22年4月より8月までの間、第1回及第2回実験と同様の漁区で母船式カニ漁業白根山丸船団の第1，第2及第3北星丸（いずれも木船85トン）により試験網投網による漁場調査と併行して行つた。

周波数や記録方式等の異る三種類の魚群探知機をこれらの漁船に舷側装備し、カニ及底棲生物の単体の探知能力の測定と、各装置による底棲魚の記録像について検討を加え、更に投網時に船の進路上に於て得られた魚探記録の数量と、8乃至20時間後に揚網して漁獲したタラバガニの総尾数との関係を調べ、実験に供した試作魚群探知機が実用に供しうるという結果が得られたので、その概要を報告する。

2. 実験装置の概要

タラバガニ探知用の魚群探知機の設計試作にあたつての条件として、タラバガニは水深60乃至120m位に於て単体として海底上1m以内に棲息して居ると想像され且つ船が航行中にもこの単体を探知し得る事が要求されていた。この要求を満たすために記録紙上に於て像を拡大表示をさせるとともに、超音波パルスの発射回数を増やし、送受波器の指向性を従来の表層魚群用魚群探知機のそれより鋭くし且パルス巾を短くした。又海底とカニとの分解能を高めるにブラウン管式の部分拡大表示方法を併用した。

本実験では上記の条件の下で設計された3種類の魚群探知機を使用し、それぞれの主な特性は第I表に示した通りである。

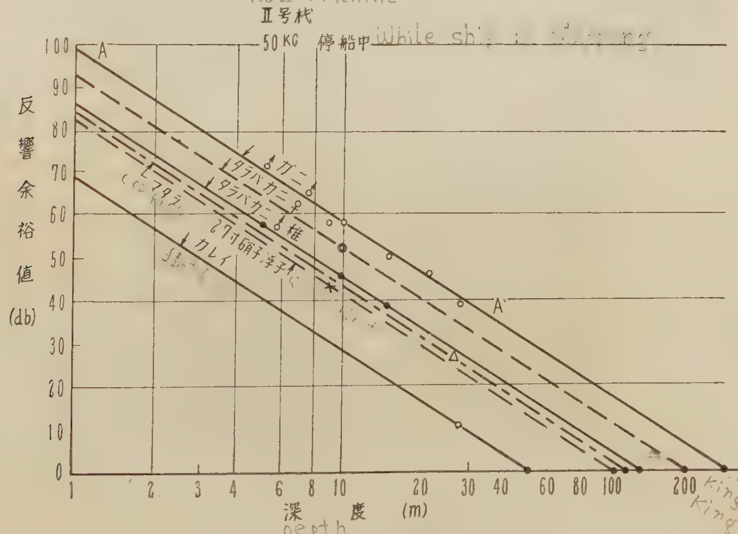
** カムチヤツカ西岸での第1回（昭和30年）第2回（昭和31年）海上実験前後して、神奈川県久里浜湾又静岡県戸田湾に於てガザミ及タカアジガニを用いて延10回にわたり海上実験を行つた。第1回現地実験には 200 kc 試作魚群探知機を第2回には 50 kc のブラウン管併用型を使用し、音波の伝播、分解能等について究明した。

第 I 表

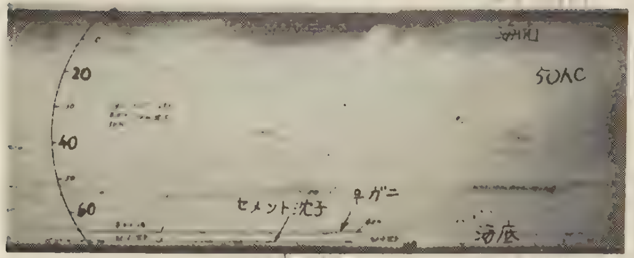
性能＼機種	I 号機 漁研型 底魚用魚群探知機	II 号機 魚群探知機	III 型 魚群探知機	IV 及 V 型 魚群探知機
周波数 (kc)	200	50	50	50
測深レインヂ (m)	0～50 及其倍数	0～75 及其倍数	0～50 及其倍数	0～80, 0～160, 0～320
記録方式	螺状導体 記録紙及映像併用	円弧式 同左	ベルト式 同左	ベルト式 同左
振動子の大さ	チタン酸バリウム 10 ϕ (cm)	アルフエロ 8×9 (cm²)	アルフエロ 12×12 (cm²)	Ni 及アルフエロ 12×12 (cm²)
超音波発射回数 (回/mm)	900	600	416	416, 208, 104
紙送速度 (mm/min)	60	32	30	30, 15, 7.5
紙巾 (mm)	210	150	150	150

3. カニの探知能力

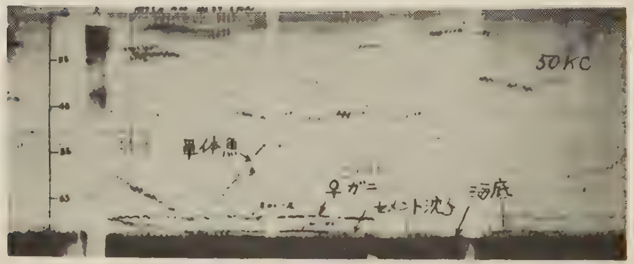
タラバガニを探知するにあたり、使用した魚群探知機の探知能力が問題になるので第一にこの点について究明した。タラバガニの超音波反射損失は附録に示した如くであるが、実験的に探知能力を求めるために、50 kc の魚群探知機で停船中雄、雌及び稚魚のタラバガニそれぞれ一尾を送受波器の直下の任意の深さに沈め、その反響余裕値を測定した。第 1 図に於て、横軸に m で表した水深、縦軸に db で表した反響余裕値をとつて 50 kc に於ける測定値をプロツトする。各々の測定点を通る単体魚の減衰曲線の延長線と、0 db に於ける横軸の交点より停船時



第 1 図　各魚種の反響余裕値 (50 kc)

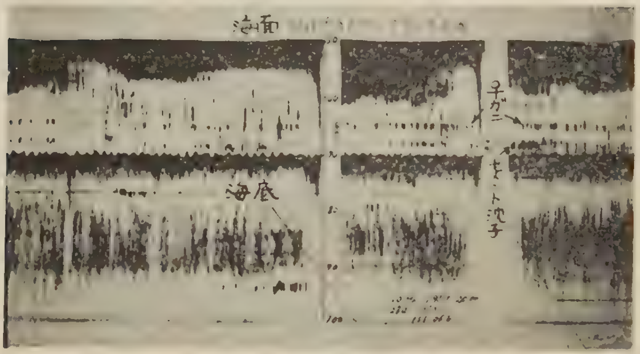


(a) 50 kc A



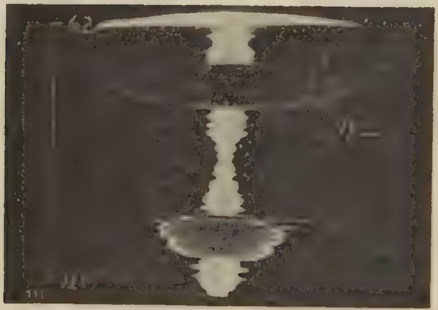
(b) 50 kc B

Sea bottom



(c) 200 kc

cement sinker



(d) 200 kc ブラウン管映像 image by Brown syste..

第 2 図 70 m の海底に沈下せしめたメスガニの記録及映像
(1957 年 5 月 10 日西カム 24 区)

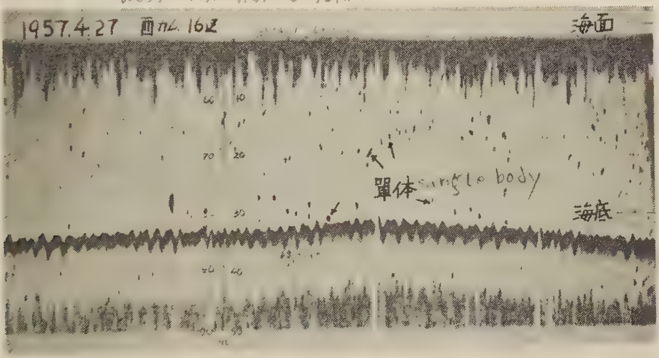
Record & image of female crab placed at the depth 70m

のタラバガニ等の探知能力を求めた。/ 更にこの測定を裏付けるため雌ガニ（甲長 12.8 cm, 甲巾 11.9 cm）に錘をつけ 70 m の海底に沈めたところ、各魚群探知機ともこのカニを記録し、推定反響余裕値と実測の反響余裕値とがほぼ一致した事を考え併せて停船時の探知能力は小型のタラバガニ（♂ 稚ガニ）に於て 100 m 以上である。50 kc に於て、4 kt の船速で調査中海況 2 での魚群探知機の[illegible]は約 5 db. 走航雑音量も約 5 db であつたので、航行中の探知能力は稚ガニに就ても約 90 m である。

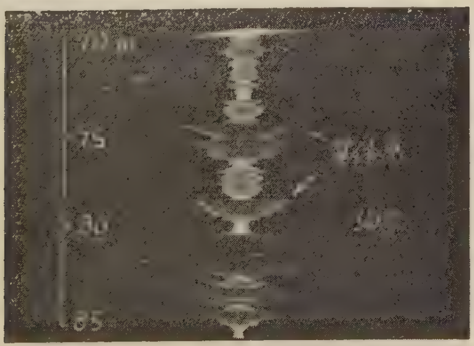
200 kc についても、70 m の海底に雌ガニを沈めた時に測定を行つた結果では 50 kc と略同様な反響余裕値を測定し得たので、50 kc と同程度の探知能力を有すると考えて差支えない。第 2 図 a, b, c, d は 70 m の海底に雌ガニを沈下させた時の記録である。a は 50 kc の II 号機、b は II 号機、c は 200 kc の I 号機、d は 200 kc のブラウン管上の映像である。

4. カニの探知と漁獲

今回の実験に於て得られた魚探記録の 2, 3 例を示すと第 3 図 a, b, 第 4 図 a, b 及第 5 図 a, b の如きもので、第 3 図は 200 kc の I 号機、第 4 図、第 5 図は 50 kc の II 号機及 IV 号機で得られたものであつて、映像に於ては矢印で示した部分が底棲魚の像である。実験全期間を通



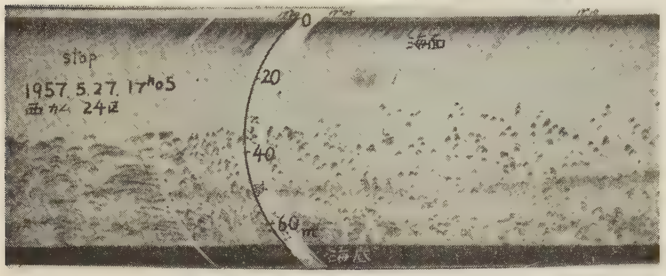
(a) 記録 Record



(b) 映像

第 3 図 I 号機 (200 kc) による記録
(1957 年 4 月 27 日 16h00 16 区)

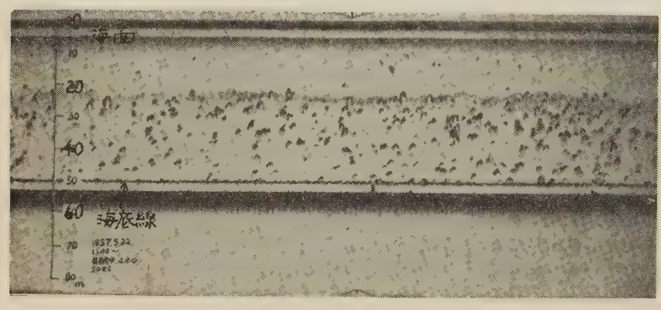
Fig 3. record on No. I machine (200 kc)
(April 27. 1957 16 h00 16th division)



(a) 記録

(b)

第 4 図 II 号機 (50 kc) による記録
(1957 年 5 月 27 日 17h05～ 24 区)



(a) 記録

(b)

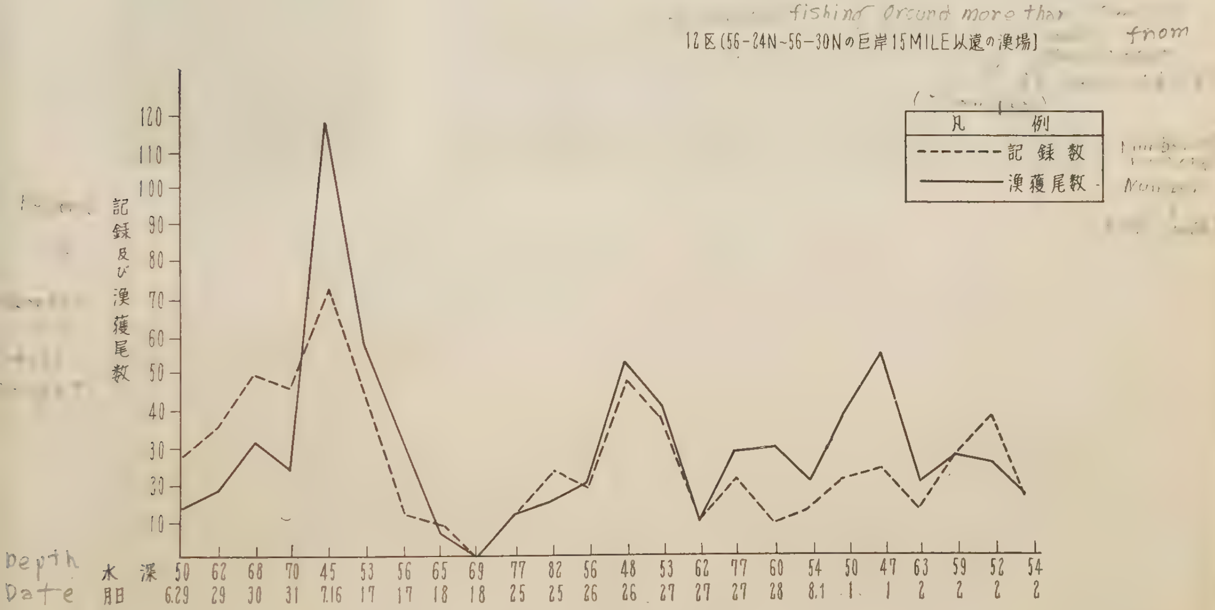
第 5 図 III 号機 (50 kc) による記録)
(1957 年 5 月 22 日 11h00～)
Fig 5. Record by No III machine (50kc) (May 22. 1957)

じてこの様な傾向の記録及映像が得られ、いづれの記録に於ても海底附近及上方にも多くの魚像が点在し、特に第 3 図では 200 kc のビームの鋭い送受波器を用いたので、第 4 図以下の像と異つた記録像が認められる。この海面で漁獲される魚種は船上よりの釣獲及カニ刺網の揚網漁獲物から判断すれば、タラバガニ（雄雌及稚ガニ）アブラガニ、ズワイガニ、スケソウダラ、マダラ、カレイ類、カスベ及カジカ等であつた。

魚探記録像数とカニの漁獲尾数との関係を求めるために、試験網の投網コース上で魚群探知機を作動させて海底より 3 m までの記録数と映像数とを併せて算出した。但しこの算出の場合、海底上 3 m 迄の像をとつたが、この点に関しては今後検討する積りである。（海底に敷設

されたカニ刺網の高さが約 3 m である）II～V 号機に於ては送受波器の指向性が I 号機のそれに比べて鋭くないため、単体の記録は点でなく山型をなしているので、この山型の一つの記録を一単位と考えて計算を行つた。

横軸に測定点の番号、（水深及日附）、縦軸に記録数と漁獲尾数をとり両者の関係を求めると第 6 図の如くになる。この図より判る如く、記録数が多い場合にはカニの漁獲尾数も多い傾向が認められた。



第 6 図 記録数と漁獲の対比

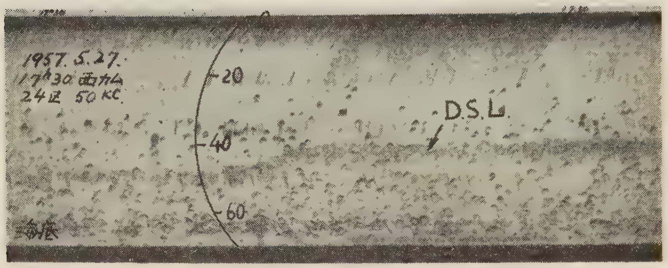
Fig 6 Comparison of number of records & fish caught

5. D.S.L. の出現と雄ガニの捕獲尾数との関係

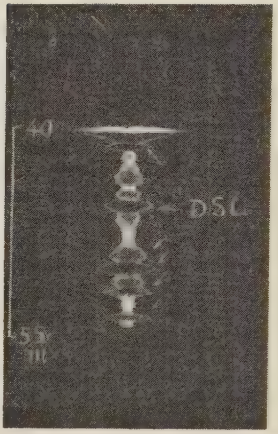
カムチヤツカ西岸のカラバガニ漁場では既に第 1 回実験で指摘した如く[4]、随所で D.S.L. が認められ、本回の実験に於ても第 7 図 a, b に示す如き D.S.L. が度々記録上に認められた。試験網投網中に見られたものは、57 回の投網に対して 28 回出現して居り、出現する深度範囲は 10～100 m で、その層の厚さは 30 m に達するものがあつた。第 7 図のブラウン管映像によればこの D.S.L. は明らかに細い物体の集合の如く考えられ、その反射損失は 50 kc で 40～60 db 程度である。この D.S.L. 自身の生態は究明出来なかつたが、参考までに D.S.L. 出現地点の垂直水温分布を第 7 図に示しておいた。

ここで D.S.L. の出現の有無とカニの捕獲尾数との関係を調べてみる。第 9 図に於て横軸に測定点番号を、縦軸に試験網で捕獲される雄ガニの捕獲尾数をとり、図中で D.S.L. が出現したときの捕獲尾数を○印で示し、D.S.L. が出現しないときの捕獲尾数を×印で示せば、D.S.L. の出現と捕獲尾数との関係が推察しうるであろう。

カニ漁業に於て試験網の揚網成績が網 1 反当り 3 尾（本項に於ては試験網は 10 反であるから総漁獲尾数 30 尾）以上の場合に本格的な投網を今回は行つたので、D.S.L. が出現し且つ漁獲



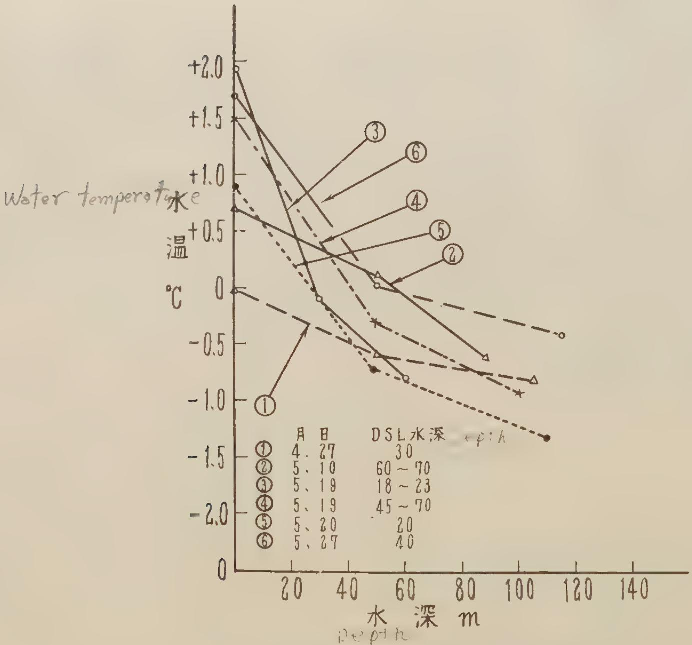
(a) 記録 Record



(b) 映像 Image

第 7 図 D.S.L. の記録及映像 (50 kc)
(1957 年 5 月 27 日 17h20～17h30 24 区)

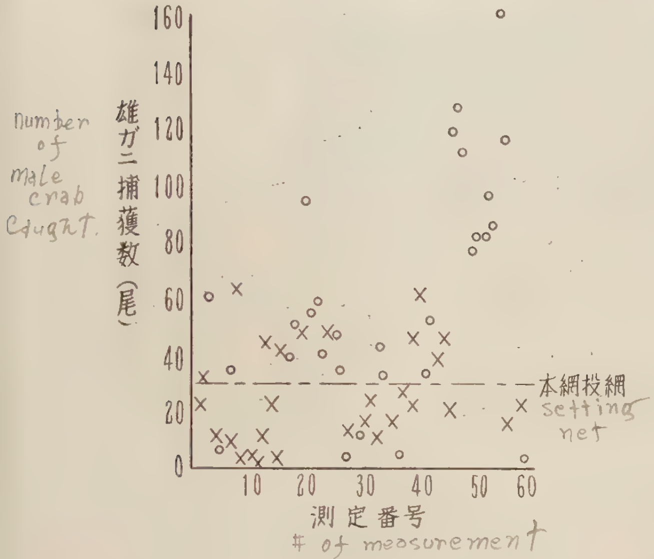
Fig. 7 Record & image of DSL (May 27 1957 24 division)



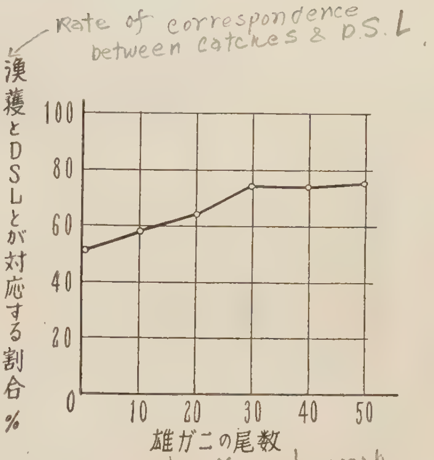
第 8 図 D.S.L. 出現海面の水温垂直分布

Fig. 8. Vertical distribution of water temperature at where D.S.L appeared.

尾数が 30 尾以上の場合は 58 例中 24 例、逆に D.S.L. が存在せず、漁獲が 30 尾以下のときは 58 例中 19、従つて D.S.L. と漁獲が対応するのは 58 例中 43 例でこれは 74% になる。また D.S.L. と漁獲尾数との関係を求めると第 10 図の如くになる。



第 9 図



第 10 図
Fig 10.

む　す　び

カムチヤツカ西岸の漁場に於ける前後3回にわたる海上実験結果から、筆者等が使用した魚群探知機の記録はタラバガニの漁場探索に大きな指針を与え得るものと考える。本実験の結果を要約すれば次の通りである。

1. 底棲魚の記録像数が多い漁場では、試験網に羅るカニの漁獲尾数も多い傾向が認められた。

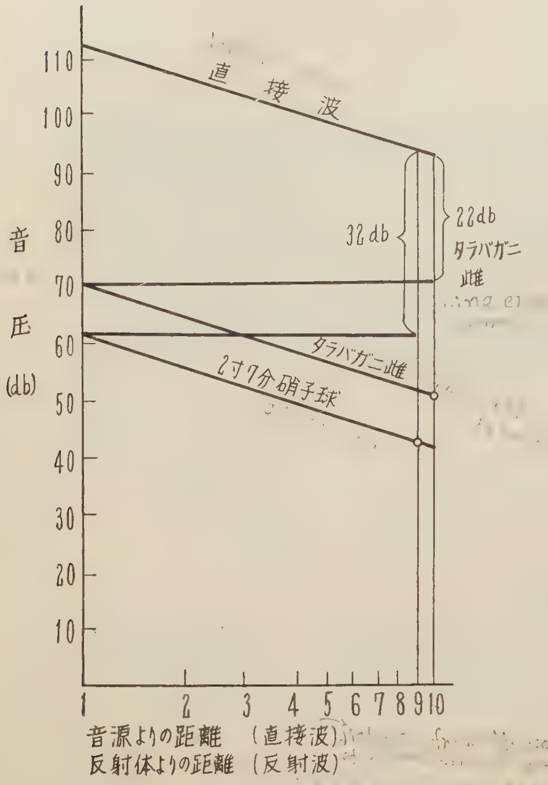
2. D.S.L. が現れた海面では漁獲尾数も多い傾向が認められた。

終りに本研究を行うにあたり、有益な御指示をいただいた東京大学農学部大島泰雄教授、東北大学電気通信研究所菊池喜充教授に深甚なる謝意を表するとともに実験に協力された古野電気株式会社谷口広一氏、産研野田隆氏に感謝の意を表する。

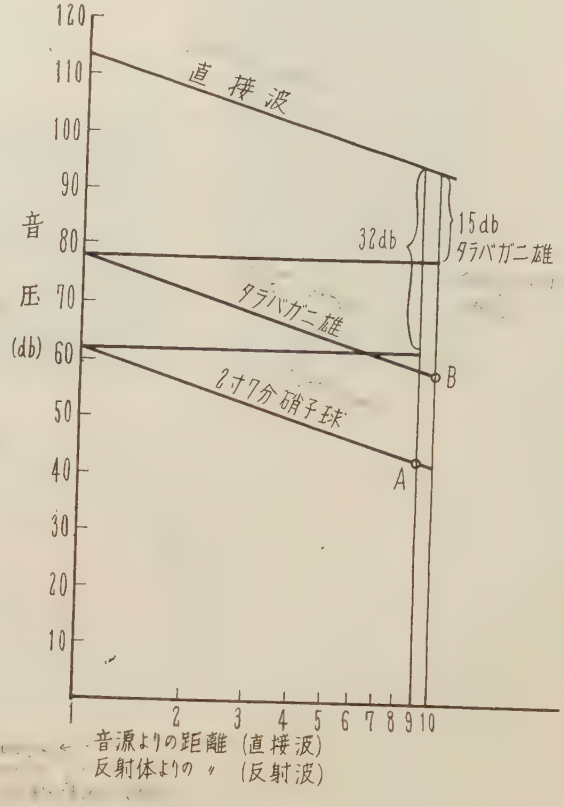
文　　献

1) 橋本、西村　漁船研究技報第8号　昭31年3月
2) 橋本、間庭　漁船研究技報第9号　昭31年12月
3) 橋本、間庭、西村　同上第10号　昭32年4月
4) 橋本、西村　漁船研究技報第8号　昭31年3月
5) 橋本、間庭　同　上　第4号

〔**附録**〕 底棲生物の反射損失の測定及魚探能力の推定



第 11 図　第図タラバガニ雌の反射損失

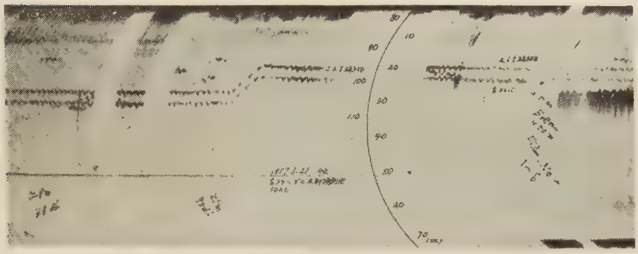


第 12 図　タラバガニ雌の反射損失

魚群探知機でカニを探知する場合には記録紙上あるいはブラウン管映像上にカニが現れ得るかを検討しなければならない。そのためにタラバガニの反射損失を 2.7 寸 (9 cm 径) の硝子浮子を用いて置換法で測定するとともにマダラ及カレイ等実験に用いた魚類の反射損失を求めた。即ち送受波器の直下に硝子浮子とカニ或は他の被測定資料を間隔をおいてとりつけ(更に下部に錘を附して海中に垂下した。) 硝子浮子及資料の反響余裕値を求めれば、硝子浮子の反射損失は既に実測及計算で求められているので各資料の反射損失を求める事が出来る[1)]。第 11 図及第 12 図はそれぞれ 50 kc におけるタラバガニ雄及雌の反射損失を求めたもので、その値は 15 db 及 22 db である。同様にして稚ガニ、マダラ、カレイの反射損失を求めれば第 II 表の如くである。

第 13 図には雌ガニ測定中の記録を示した。上方の直線記録は、硝子浮子の像で下方のものが雌ガニのそれである。

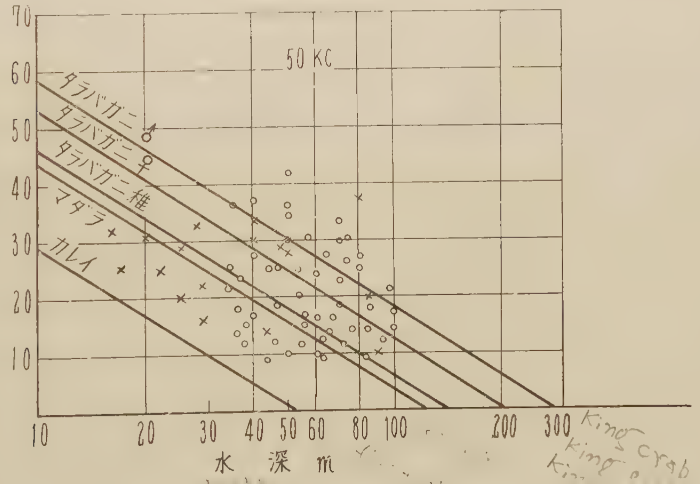
ここで参考のために、II 号機の記録上に現われた単体の記録像の反響余裕値を第 5 図の魚探能力推定図上に求めれば第 14 図の如くで図中○印は海底上 10 m 迄の間にある単体、又×印は中層にある単体についての値である。



第 13 図　硝子浮子との間接測定によるカニの反射損失の測定記録

第 II 表

魚種	寸法 (cm)			周波数 (kc)	反射損失 (db)
タラバガニ ♂	甲長 15.5	甲巾 17.2		50	15
タラバガニ ♀	甲長 12.5	甲巾 11.5		50	22
タラバガニ ♂ 稚	甲長 8.0	甲巾 8.2		50	27
マダラ	体長 80	体巾 11	体高 20	50	28
ロスケガレイ	体長 40	体巾 30		50	42



第 14 図　底棲魚の反響余裕値

14.5 kc 魚群探知機と尖鋭ビームを有する 200 kc 魚群探知機による同一海面に於ける測量図の対比

橋 本 富 寿　間 庭 愛 信

Comparison between Survey Map by 14.5 kc Fish-finder and that by 200 kc Fish-finder with Sharp Beam on Same Sea

Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa

TRANSLATION IN
REPRINT FILE

ABSTRACT

If the survey is made by the 200 kc echo-sounder with sharp beam, the almost true shape of sea bottom is obtained within the error of 4% for the slope of bottom of 50° and 1% for 20°. We made survey by the 200 kc fish-finder at the fishing-ground off Sanno, Odawara City, on occasion of late. The difference, between the survey map by the 200 kc fish-finder and that by the 14.5 kc fish-finder the beam of which is not so sharp, is clear at the station where the shape of sea-bottom is complicated. The former is much more detailed and shows more closely the depth obtained by fisherman's experience than the latter. And the survey is easier by 200 kc than by 14.5 kc.

1. 緒　　　言

尖鋭ビームを有する 200 kc 測深機を用いて海底地形を測量すれば、実際地形にほぼ近いものが求められることについて既にダム等で実験を重ねて来たが[1)2)3)]、今回は神奈川県小田原市山王の沿岸で 200 kc 魚群探知機を用いて漁場の測量を行い測量図を作成した。これと昭和 26 年度に同一海面でビームの割合鋭くない 14.5 kc の測深機で測量して求めた測量図と対比した所、両者の相違が明に示されているので報告する。

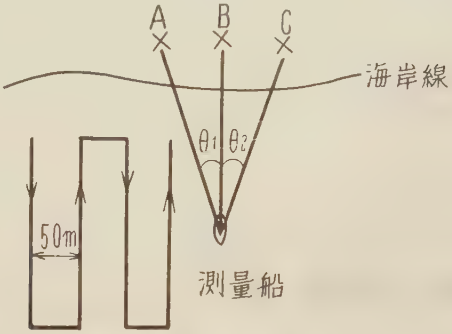
即ち昭和 26 年度に 14.5 kc で測量したものでは定置網漁業に於ける実測の深度とかなり相違を生じていたものであるが、今回の実験結果では予期した如く、200 kc を用いた測量図の方が遙かに精密なものが得られ、漁業者の経験で得ていた深さとよく合致するそうである。従つて本測量図をもととして魚道を想定することが出来るので、本実験は定置網の設置に役立つている。

2. 測 量 の 方 法

測量に当つては位置の決定が重要で、第 1 図の如く海岸に目標物 A, B, C……を設け、2 台の六分儀で θ_1, θ_2 を測り、三桁分度器を用いて図上で測量船の位置を決定する。

測量船は第 1 図の様に海岸線にほぼ直角に沖に向つて走り、次に約 50 m の間隔をおいて陸に向い、之を繰返して測量を行つた。

魚群探知機の測深目盛はバーチエツク*で較正した。



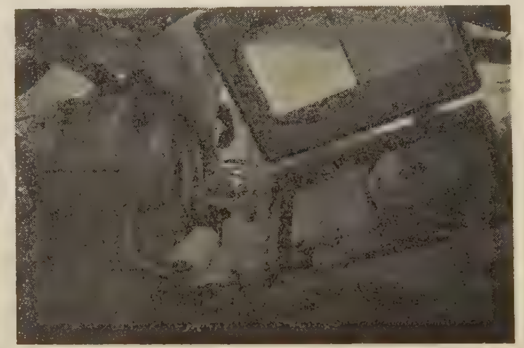
第1図 位置の決定及び測量のコース

次節に説明する様に、今回用いた 200 kc 魚群探知機は送受波器の直下の深度を割合忠実に示すので、測深記録の深度をそのまま採用した。

深度には各時刻に於ける潮高の修正を施し、最低低潮面からの深度を示した。

測量の状況を第2図～第5図に示す。

第2図 測量船上に於ける測量の全状況



第3図 測量に用いた魚群探知機左 50 kc 右 200 kc

第4図 2名の測角手が六分儀を用いて海岸の目標に対し測角している状況

2 men operating sextant

第5図 三杆分度器を用いて図上て測量船の位置を出している状況

operating 3 arm protractor

※ 長さ約 50 cm のパイプを水平にして、長さを目盛つたロープで送受波器の真下に吊し、記録紙上でのパイプの深度をロープの目盛で較正する方法をバーチエツクと称する。

3.　指向性の鋭さによる地形の忠実性

指向性が鋭い場合の測深誤差は次の様になる。

第6図で海底傾斜角を θ とし、送受波器の綜合指向性の第1零角を θ_1 とすれば、h, h', h'' の間には次の如き関係式を求めうる。

$$h = h'' \sec\theta \quad \cdots\cdots (1)$$

$$h'' = h' \cos(\theta-\theta_1) \quad \cdots\cdots (2)$$

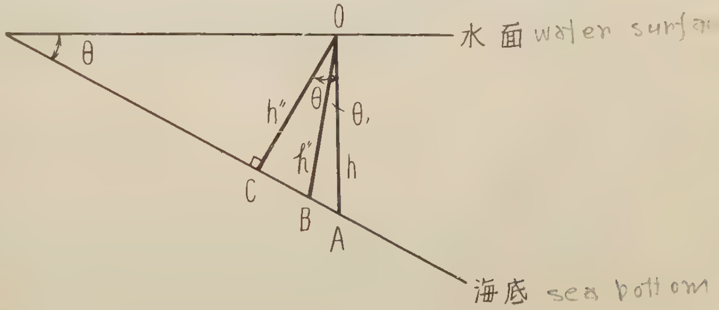
(2)式を(1)式に入れると

$$h = h' \sec\theta \cos(\theta-\theta_1) \quad \cdots\cdots (3)$$

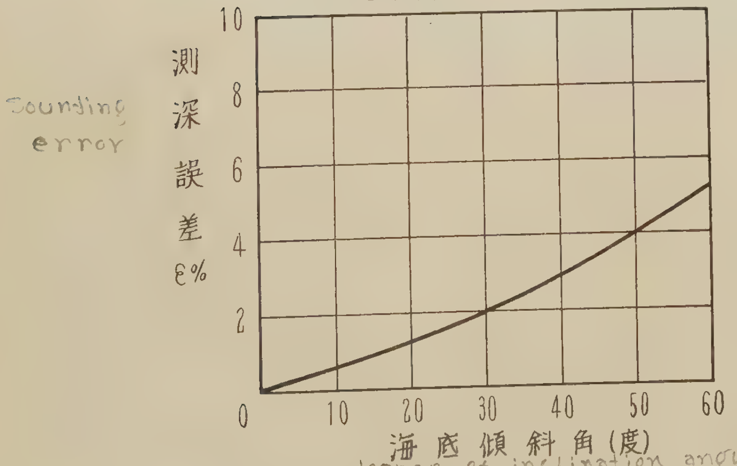
従つて傾斜粗平面では測深誤差 ε は(4)式の様になる。

$$\varepsilon = \frac{h-h'}{h} = 1-\cos\theta \sec(\theta-\theta_1) \quad \cdots\cdots (4)$$

もし記録に示される海底マーヂンを 5 db 程度に調節して測量する場合は、文献 1) で証明した様に周波数 88 kc の超音波送受波器を用いた場合の深度に対する ε の実験値は(4)式で θ_1 の代りに送受波器の綜合指向性の半減角 θ_0（この場合 3.9°）を用いて計算した値と大体合致するので、粗面の海底でも θ_0 に含まれる音波のビームが反射波として記録に寄与するものと考えられる。



第6図　測 深 誤 差 の 説 明 図
Illustration on sounding error



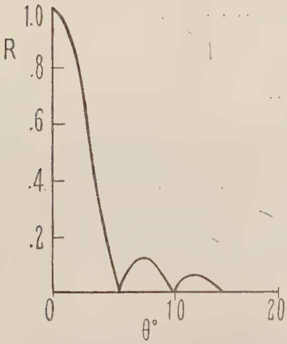
degree of inclination angle at sea bottom

第7図　200 kc 魚群探知機の測深誤差（計算値）
Fig 7. 200kc fish finder sounding error (calculated value)

この場合海底傾斜角 20° 以内では 2% の測深誤差となる。[1)]

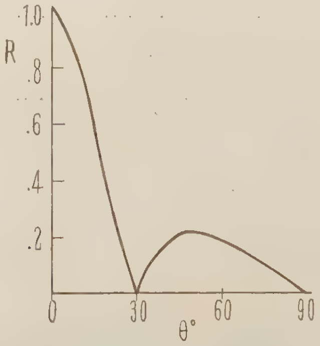
指向性を鋭くすればこの程度の測深誤差で忠実な測量が出来るので、今回は周波数 200 kc で、綜合指向性の半減角 2.5° の超音波を用いて測量を行つた。この場合 θ_0 を用いた (4) 式の測深誤差の計算値は第 7 図の様になり海底傾斜角 20° で 1%、30° で 2% となる。

測量に用いた 200 kc 魚群探知機、50 kc 魚群探知機及び昭和 26 年度に測量に用いた 14.5 kc 測深機の夫々の送波器または受波器の指向性の計算値を第 8 図～第 10 図に示す。



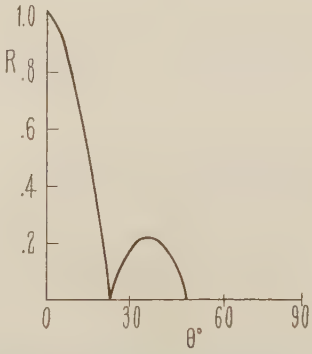
第 8 図 200 kc の指向特性
(計算値)

Fig 8. Characteristic of beam angle 200 kc (calculated)



第 9 図 50 kc の指向特性
(計算値)

Fig 9 " " 50 kc (")



第 10 図 14.5 kc の指向特性
(計算値)

Fig 10. " " 14.5 kc (")

4. 実 験 結 果

第 11 図は 200 kc によつて求めた測量の結果である。

先に 14.5 kc 測深機で測量して求めた測量図を第 12 図に示す。

第 11 図と第 12 図の図中に記してある A, B, C, D, E, F の記号は相対応する。

この二つの図を比較すると、200 kc による第 11 図の方が地形の細い変化が遙かによく判る。

第 13 図の矢印で示すコースに於て、200 kc 及び 50 kc 魚群探知機で同時に測量を行つた記録を夫々第 14 図、第 15 図に示す。

第 14 図から求めた 200 kc による測深の結果を第 15 図の 50 kc による測深記録上に白色の点線で記入してある。なお両図に於てマークの直線の下端の番号は 5 番毎に記入した測定番号である。

50 kc によれば、No. 108, No. 126, No. 128 の如きピークの上のほぼ水平な面では 200 kc による測深と一致しているが、200 kc よりも指向性が鈍い為、斜面の部分では非常に異つていて、どこを海底としてよいか判らぬ部分が多い。No. 113 の部分で差が最も大きく、50 kc による海底は明瞭でない。又 No. 113, No. 122, No. 124～125 に於ては 50 kc では判らない地形の細い変化が 200 kc ではよく現れている。

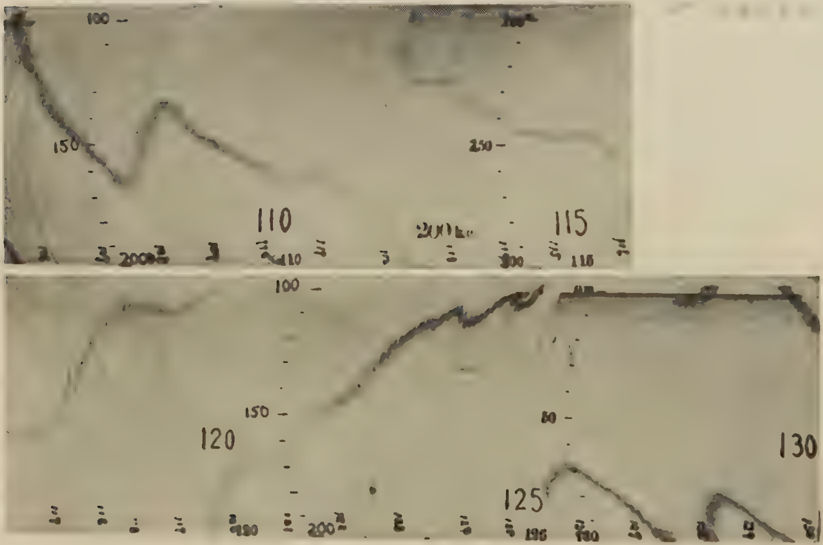
かくして指向性の尖鋭な測深機によれば、傾斜の修正を行うことなしに従来より遙かに忠実な測量が出来る。また 200 kc を用いれば尖鋭な指向性が容易に得られるので、このような目

第11図 200kc による測量図

第12図 14.5kc による測量図

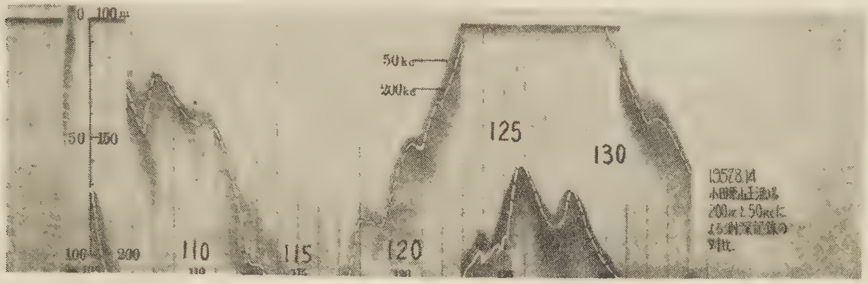
第 13 図　200 kc 及び 50 kc の魚群探知機で同時に
測量を行つた場合のコース

Course of survey taken simaltaneously by fish-finders



第 14 図　200 kc 魚群探知機による測深記録

14 Sounding record by 200 kc fish-finder



第 15 図 50 kc 魚群探知機による測深記録と 200 kc 魚探機の測深記録の対比

Fig 15 comparison between record by 200kc and 50kc fish-finders

5. 結　　　言

小田原市山王漁場に於て、深度 300 m 迄 200 kc 測深機によつて測量図を作成した。又 14.5 kc 測深機による測量の結果を 200 kc と比較したところ、測量の容易さと忠実な地形の測量に関して 200 kc には到底及ばないことを確めた。

本実験に協力された神奈川県水産試験場野村技師及び小田原市山王定置網漁業組合に謝意を表する。

文　　　献

1) 橋本： 海面に垂直方向の超音波の伝播特性、水産庁研究報告第 2 号、昭和 30 年 1 月

2) 橋本、西村、間庭： 魚群探知機の記録像より見た海底地形の忠実性について、漁研技報第 5 号、昭和 29 年 8 月

3) 橋本、西村： 音響測深より求めた海底地形と海底実形との対比について、漁研技報第 6 号 昭和 30 年 3 月

既　刊　報　告

漁船研究技報第１号

漁船研究技報発刊に際して……(1)
漁船研究機関設置の経緯……(2)
漁船用試作振り動力計について（推進能力研究 第１報）……(11)
漁艙防熱装置の研究（第１報）……(31)
漁船機関高速軽量化実地研究試験成績……(56)
磁気羅盆に関する研究（随伴角の問題）……(71)
磁気羅針儀簡易検定装置の研究……(83)

漁船研究技報第２号

漁船研究技報第２号刊行に際して……(1)
漁船研究の事業概況……(2)
漁船用試作振り動力計について（推進能力研究 第１報）……(4)
漁艙防熱装置の研究（第２報）……(11)
二、三の船型試験成績について（水槽試験報告 第１報）……(19)
和船型実験船の計画概要について（小型漁船性能改善研究 第１報）……(30)
機関の微速運転とシリンダー摩耗について……(40)
磁気羅針儀羅牌の研究……(69)
磁気羅針儀実験室について……(33)
魚群探知機に関する研究（周波数に関する研究）……(90)
魚群探知機に関する研究（油の超音波特性に及ぼす影響 第１報）……(98)
魚群探知機に関する研究（整流覆の送受波器に及ぼす影響）……(100)

漁船研究技報第３号

漁船研究技報第３号刊行に際して……(1)
漁船研究室の事業概況……(2)
二型動力計による漁船試験成績について（推進能力研究 第３報）……(1)
漁艙防熱装置の研究（第３報）……(11)
和洋折衷型実験船の概要について（小型漁船性能改善研究第４報）……(19)
和船型実験船「あかつき」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第２報）……(35)
積層材構造の耐水木材の性能について（小型漁船性能改善研究 第３報）……(47)
船型試験成績について（水槽試験成績 第２報）……(57)
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第２報）……(87)
磁気羅盆に関する研究（随伴角に関する実験）……(111)
磁気羅盆経年変化の一例……(131)
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について……(139)
曳航式中層遠隔水温計の試作研究……(159)
魚群探知機に関する研究……(177)

漁船研究技報第4号

漁船研究技報第4号刊行に際して……………………………………………………………………………(1)
漁船研究室の事業概況……………………………………………………………………………………………(2)
船型試験成績について（水槽試験成績 第3報）……………………………………………………………(4)
改2型動力計による「白嶺丸」の試験成績について（推進能力研究 第4報）…………………………(18)
和洋折衷型実験船「ちどり」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第5報）………………(25)
和船型木造漁船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第6報）…………………………………………(31)
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第3報）……………………………………………………………(49)
磁気羅盆に関する研究（制振特性について第1報）…………………………………………………………(83)
舶用精密空盒気圧計の試作研究…………………………………………………………………………………(102)
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について（第2報）…………………………………………………………(112)
魚群探知機に関する研究…………………………………………………………………………………………(125)

漁船研究技報第5号

漁船研究技報第5号刊行に際して……………………………………………………………………………(1)
漁船研究室の事業概況……………………………………………………………………………………………(3)
運搬漁船の船型試験成績について（水槽試験成績 第4報）………………………………………………(7)
和船型木造船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第7報）…………………………………………(27)
神鷹丸の舵軸捩力率試験について………………………………………………………………………………(39)
漁船機関のシリンダー等の摩耗について（第4報）…………………………………………………………(49)
磁気羅盆に関する研究（制振特性について 第2報）………………………………………………………(67)
底曳網用自記式網高さ計、G.R. 展開計及びそれらの実験結果について ………………………………(73)
魚群探知機の装備に関する研究…………………………………………………………………………………(141)
I. 船底突出型整流覆の形状に関する研究……………………………………………………………………(141)
II. 船底気泡層に関する研究……………………………………………………………………………………(149)
魚群探知機の記録像より見た海底地形の忠実性について…………………………………………………(155)
D.S.L の超音波伝播持性に及ぼす影響に関する研究………………………………………………………(167)
魚群探知機によるコンブ群落の探知に関する研究……………………………………………………………(167)

漁船研究技報第6号

晴和丸の船型試験成績及試運転成績……………………………………大津義徳、横山信立、小林　務……(3)
積層梁曲材の強度試験…………………………………………………………………大津義徳、和田正三……(15)
漁船機関のシリンダー等の摩耗について……………清水三郎、草間喜代松、三浦喜晃、石渡　晃……(27)
自記式網高さ計 G.R. 展開計とそれらのトロール網に就ての実験結果
……………………………………………………………………………熊凝武晴、葉室親正、石井謙治……(41)
海水中に於けるミリメーター波超音波伝播特性並びに魚群探知実験
……………………………………………………………………………橋本富寿、西村　実、間庭愛信……(93)
音響測深より求めた海底地形と海底実形との対比について………………………橋本富寿、西村　実……(105)
魚群体の超音波反射損失と反射波の性質…………………………………………橋本富寿、間庭愛信……(113)

漁船研究技報第７号

軽合金漁艇による船体強度実験……和田正三……(1)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VI（クローム鍍金シリンダの実地試験）……草間喜代松、山田敏夫……(13)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VII（部分クローム鍍金シリンダの実験）……草間喜代松、山田敏夫……(23)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VIII（冷却水温度の影響）……三浦喜晃、石渡　晃……(37)
磁気羅盆に関する研究—V（制動液とダンパーに関する実験 第１報）……石井謙治、鈴木　裕……(53)
磁気羅盆に関する研究—VI（試作極地用磁気羅盆の実験 第１報）……石井謙治、鈴木　裕……(75)

漁船研究技報第８号

蒼鷹丸の可変節推進器試験……横山信立……(1)
木造以西底曳網漁船の船型試験成績……小林　務……(11)
鮭鱒流刺網用計測器（自記式網深さ計、自記式網地長さ計）と其等の実験結果について……葉室親正、石井謙治……(29)
カニ底刺網に対する自記式網深さ計並びに自記式網高さ計の応用計測について……葉室親正……(83)
100 kc 乃至 400 kc 超音波の伝播特性（久里浜湾口における冬期の実験）……橋本富寿、間庭愛信、西村　実……(103)
波長が mm となつた場合の魚体における超音波反射損失に関する研究……橋本富寿、間庭愛信……(113)
200 kc 超音波による簡易水平ソーナーの試作並びに海上実験……橋本富寿、菊池喜充、西村　実、間庭愛信……(119)
北洋鮭鱒漁場における魚群探知実験……橋本富寿、間庭愛信……(131)
カムチヤツカ西沿岸カニ漁場における魚群探知実験について……橋本富寿、西村　実……(151)

漁船研究技報第９号

漁船の復元性能についての一考察（その１）中型漁船について……土屋　孟…(1)
魚艙防熱材の研究……北村悌男…(63)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について～IX（冷却水温度の影響その２）……三浦喜晃、草間喜代松、山田敏夫…(91)
自記式２点同時計測網高さ計（III型）並びにそのトロール網についての実験結果……葉室親正、石井謙治…(109)
波長が mm の程度となつた場合の魚体における反射損失に関する研究（２）……橋本富寿、間庭愛信…(165)
底魚用魚群探知機に関する研究 (1)（底魚用魚群探知機に関する技術的考察並びにその実験）……橋本富寿、間庭愛信…(175)
底魚用魚群探知機に関する研究 (2)（50 kc 魚群探知機による底魚探知実験）……橋本富寿、間庭愛信…(183)
底魚用魚群探知機に関する研究 (3)（200 kc 魚群探知機によるカニ探知実験）……橋本富寿、西村　実…(199)
超音波による DSL の研究 (2)……橋本富寿、間庭愛信…(209)
久里浜湾における水中騒音の測定……橋本富寿、西村　実…(219)

漁船研究技報第10号

漁船機関のシリンダ等の摩耗について―X（燃料の影響その 1）………………清水三郎、草間喜代松…（1）
自記式2点同時計測網高さ計（Ⅲ型）の二艘曳機船底曳網についての実験結果…………… 葉室親正…（19）
磁気羅盆に関する研究―Ⅶ（試作極地用磁気羅盆の実験第2報）………………………………石井謙治…（41）
圧力計型水温計の試作研究………………………………………………………………………石井謙治…（55）
定置網に入るブリ魚群の騒音について ……………………………橋本富寿、西村 実、間庭愛信…（69）
24 kc と 200 kc 超音波による魚群探知の比較実験 …………………橋本富寿、間庭愛信、西村 実…（79）
超音波の気泡層による減衰について ……………………………………………橋本富寿、西村 実…（87）
記録式簡易水平ソーナーの試作並に海上実験 ……………………橋本富寿、間庭愛信、西村 実…（95）

漁船研究技報第11号

木造漁船の人力操舵について ……………………………………………………………………横山信立…（1）
和船型の船型試験成績 ………………………………………………………………………………小林 務…（15）
空盒気圧計の振動実験 ………………………………………………………………………………石井謙治…（29）
自記式鮪延縄用深さ計による鮪延縄漁具の水中における形状その他についての二、三の考察…………
…………………………………………………………………………………………葉室親正・石井謙治…（39）
海水中における 1Mc 超音波の伝播特性……………………橋本富寿・菊池喜充・間庭愛信・西村 実…（121）
魚体の超音波反射損失の研究（鰾の影響について）………………………………橋本富寿・間庭愛信…（143）
海底、魚群よりの超音波の反射波形に関する研究 ………………………………………………間庭愛信…（157）

Contents of the Preceding Reports

Technical Report of Fishing Boat No. 1 1950

Upon publication of "Technical Report of Fishing Boat" (1)
Establishment of Fishing Boat Studying Organ (2)
Torsion Meter for Fishing Boat (1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 1) (31)
Study to Make Fishing Boat Engine High Speed and Light Weight (56)
Study on Magnetic Bowl (Report No. 1) (71)
Study on Simplified Method of Observation of Magnetic Moment of Compass (83)

Technical Report of Fishing Boat No. 2 1951

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 2 (1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory (2)
Trial Products of Torsion Meter for Fishing Boat (Study in Propulsion Efficiency Report No. 2) (4)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 2) (11)
Experiments of Model Ships (Tank Test Report No. 1) (19)
Outline of Plan of Japanese Type Test Boat (Study of Improvement of Smale Fishing Boat Report No. 1) (30)
Minimum Slow-Running of Engine and Wearing of Cylinders (40)
Study on Magnetic Compass Card (Report No. 1) (69)
On Magnetic Compass Laboratory (83)
Study on School Finder (90)
Study on School Finder (Influence of Oil on the Characteristics of Supersonic Wave, Report No. 1) (98)
Study on School Finder (The Effect of Vibrator Cover) (100)

Technical Report of Fishing Boat No. 3 1952

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 3 (1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory (2)
Experimental Results on Actual Ships by No. 2 Type Torsionmeter (Study Propulsion Efficiency, Report No. 3) (1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 3) (11)
On the Outline of an Experimental Boat Compromising Japanese and Foreign Type (19)
On the Trial Performances of the Japanese Type Experimental Boat "Akatsuki" (35)
On the Characteristics of Water Proof Laminated Wood (47)
Experimental Results of Ship Forms (57)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No. 2) (87)
Study on Magnetic Compass Bowl (Experiments on Waked Angle) (111)
An Example of Durability of Magnetic Compass Bowl (131)

Catch Gauge for Two Boat Trawler ....(139)
Experiments on Manufacturing of Remote Control Towing Thermometer for Mid Water..........(159)
Study on School Finder..........(177)

Technical Report of Fishing Boat No. 4 1953

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 4..........(1)
Outline of Business at Fishing Boat Laboratory ....(2)
Experimental Results of Ship Forms (Tank Test Results, Report No. 3) ....(4)
Experimental Results of the Actual Ship's Trial by the Improved No. 2 Type Torsion Meter (Study in Propulsion Efficiency Report No. 4) ....(18)
Trial Results of the Compromised Japanese and Foreign Type Experimental Boat "Chidori" ....(25)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat..........(31)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No. 3) ....(49)
Study on Magnetic Compass Bowl (Damping character of Compass Card) ....(83)
Marine Aneroid Barometer..........(102)
Catch Gauge for Two Boat Trawler ....(112)
Study on Fish Finder ....(125)
I Trial Products of Fishing Boat Laboratory Type Small Fish Finder ....(125)
II Characteristic of Ultrasonic Transducer in Mounting Tank ....(130)
III Sounding by Fish Finder ....(134)
IV Sounding of Artificial Schools, Sea Plants Fields by Fish-Finder ....(138)

Technical Report of Fishing Boat No. 5 1954

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 5..........(2)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory ....(5)
Tank Test Results of Fish Carrier (Tank Test Results, Report No. 4) ....(7)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat (Research on the Improvement of the Characteristics of small Fishing Boat) ....(27)
Rudder Torque Measurements of the Trawler "Shin-yo-maru" ....(39)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engine ....(49)
Study on Magnetic Compass Bowl ....(67)
Automatic Net-Height Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Two-Boat Trawler and Results of Experiment for These Apparatuses..........(73)
Mounting of Transducer of the Echo-Sounder ....(141)
I Study on the Form of Projected Streamlined Cover ....(141)
II The Bubble Layer under the Ship Bottom ....(149)
Reliability of Record of Shaps for Sloped Sea Bottom Obtained by Ultrasonic Echo-Sounder..........(155)
Influence of D,S.L. on the Characteristics of Ultrasonic Wave Propagation ....(167)
Study on Detection of the Japanese Tang Field by the Ultrasonic Echo-Sounder ....(187)

Technical Report of Fishing Boat No. 6 March 1955

Experimental Results of Model Test and Actual Ships Trial of the "Seiwa-Maru" ...... Yosinori OTSU, Nobutatsu YOKOYAMA, Tsutomu KOBAYASHI ...... (3)
Strength Test of Laminated Beam Knees ...... Yoshinori OTSU, Shozo WADA ...... (15)
Wears of Cylinder etc. of Fishing Boat Engine-V ...... Saburo SHIMIZU, Kiyomatsu KUSAMA. Yoshiaki MIURA, Akira, ISHIWATARI ...... (27)
Automatic Net-heigh Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Trawler and Results of Experiment for these Apparatuses ...... Takeharu KUMAGORI, Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII ...... (41)
Propagation characteristics of High Frequency Ultrasonic in Sea Water ...... Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA ...... (93)
Reliability of Record for the Shape of Sea Bottom Obtained by ultrasonic Echo- sounder ...... Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISIMURA ...... (105)
Ultrasonic Reflection Loss on Fish Shoal and Characteristics of the Reflected Wave ...... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA ...... (113)
(Appendix) Contents of the Preceding Reports ...... (141)

Technical Report of Fishing Boat No. 7 January 1956

Structural Strength Investigation on Alminium Fishing Boat ...... Shozo WADA ...... (1)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VI (Results of porous chromium plated by practical use) ...... Kiyomatsu KUSAMA, Toshio YAMADA ...... (13)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VII (Cylinder of knurled and chromium plated partly) ...... Kiyomatsu KUSAMA, Toshio YAMADA ...... (23)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VIII (Effect on temperature of Cooling Water) ...... Yoshiaki MIURA, Akira ISHIWATARI ...... (37)
Study on Magnetic Compass Bowl-Report V (Experiments on Compass liquid and Damper) ...... Kenjl ISHII, Hiroshi SUZUKI ...... (53)
Study on Magnetic Compass Bowl-Report VI (Experiments on High Latitude Compass Bowl, No. 1) ...... Kenji ISHII, Hiroshi SUZUKI ...... (75)

Technical Report of Fishing Boat No. 8 March 1956

Experiment of Controllable Pitch Propeller of the "Sōyō-Maru" ...... Nobutatsu YOKOYAMA ...... (1)
Experimental Results of Model Tests for Wooden Two-Boat Trawler ...... Tsutomu KOBAYASHI ...... (11)
Study on the Automatic Net Depth Meter, Automatic Net Length Meter for Salmon Gill Net and the Results of Measurement at Sea ... Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII ...... (29)
Study on the Automatic Net Depth Meter, Net Hight Meter for the Crab Tangle Net at its Practical Application ...... Chikamasa HAMURO ...... (83)
Propagation Characteristics of High Frequency Ultrasound in Sea Water ...... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA, Minoru NISHIMURA ...... (103)
Study on Reflection Loss of Ultrasonic Wave on Fish-body by Milimeter Wave ...... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA ...... (113)
Study on Simplified SONAR of 200 kc Ultrasound and its Field Test ...... Tomiju HASHIMOTO, Yoshimitsu KIKUCHI, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA ...... (115)
Experiment of Fish-finding at Fishing-Ground of Salmon in the North Pacific Ocean ...... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA ...... (131)
Study on Application of Echo-sounder for Fishing-ground of Crab at the Okhotsk Sea, Western Waters of Kamchatsker Peninsula ... Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA ...... (151)

Technical Report of Fishing Boat No. 9 September 1956

A Note of Fishing Boat Stability (Report No. 1, Medium Type Boat) ······ Tsutomu TSUCHIYA···(1)
Study of Fish Hold Insulation Materials ······ Yasuo KITAMURA···(63)
Wears of Cylinder of Fishing Boat Engines—IX (Effect on Temperature of Cooling Water No. 2) ······ Kikō MIURA, Kiyomatsu KUSAMA & Toshio YAMADA···(91)
Automatic Net-height meter Measuring Simultaneously two points of the Trawl Net, and Results of Experiments for these Apparatuses······Chikamasa HAMURO & Kenji ISHII···(109)
Study on Reflection Loss of Ultrasound Milimeter Wave on Fish-body ······ Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA···(165)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 1) (Technical Examination and Experiment on Fish-finder for Ground-fish) ······ Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA···(175)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 2) (Study on Finding of Ground-fish by 50 kc Fish-finder) ······ Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA···(183)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 3) (Study on Detection of Ground-fish by 200 kc Fish-finder) ······ Tomiju HASHIMOTO & Minoru NISHIMURA···(199)
Study of DSL by Ultrasonic Wave (2) ······ Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA···(209)
Study on Measurement of Under-water Noises At Kurihama Bay ······ Tomiju HASHIMOTO & Minoru NISHIMURA···(219)

Technical Report of Fishing Boats No. 10 April 1957

Wears of Cylinder of Fishing Boat Engine—X —Effect of Fuel Oil No. 1— ······ Saburo SHIMIZU, Kiyomatsu KUSAMA···(1)
Analysis of Two-boat Trawing Net by Automatic Net Height Meter by Measuring Simultaneously Two Points of the Net ······ Chikamatsu HAMURO···(19)
Study on Magnetic Compass Bowl —Report—VII (Experiments on Hight Latitude Compass Bowl, No. 2) ······ Kenji ISHII···(41)
Study on Pressure-Spring Thermometer ······ Kenji ISHII···(55)
Noise of Yellowtail When It Comes into the Set Net —Relation between the Noise and Amount of Catch —Relation between the Intensity of Noise and Weather— ······ Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA···(69)
Experiment on Difference between 24 KC Fish-finder and 200 KC Fish-finder ······ Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA, Minoru NISHIMURA···(79)
Effect of Bubble Layer on the Attenuation of Ultrasonic Wave ······ Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA···(87)
Study on Simplified Record Type SONAR and Its Field Test ······ Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA, Minoru NISHIMURA···(95)

Technical Report of Fishing Boat No. 11 January 1958

On the Mannual Steering of Japanese Wooden Fishing Boats ······ Nobutate YOKOYAMA···(1)
Series Model Tank Testes of Japanese Fishing Boats ······ Tsutomu KOBAYASHI···(15)
Vibration Tests of Aneroid Barometer ······ Kenji ISHII···(29)
Analysis of Tuna Long-line by Automatic Depth Meters ······ Chikamasa HAMURO & Kenji ISHII···(39)
Propagation Characteristic of 1 Mc Ultrasonic Sound in Sea Water ······ Tomiju HASHIMOTO, Yoshimitsu KIKUCHI, Yoshinobu MANIWA & Minoru NISHIMURA···(121)
Study on Ultrasonic Reflection Loss on Fish-body (On the Influence of the Air-bladder) ······ Tomiju HASHIMOTO & Yoshinobu MANIWA···(143)
Study on the Ultrasonic Wave Form Reflected on the Sea Bottom, Fishschools and Seaweeds ······ Yoshinobu MANIWA···(157)